




RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫБРОСОВ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДАХ
AUTHOR(S)	Dimitri Namgaladze, Tornike Kiziria, Lena Shatakishvili, Tamaz Ghvanidze
ARTICLE INFO	Dimitri Namgaladze, Tornike Kiziria, Lena Shatakishvili, Tamaz Ghvanidze. (2021) Calculation of Characteristics of Internal Pressure Emissions in Main Gas Pipelines. World Science. 1(62). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30012021/7408
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012021/7408
RECEIVED	27 November 2020
ACCEPTED	21 January 2021
PUBLISHED	25 January 2021
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2021. This publication is an open access article.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫБРОСОВ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДАХ

Dimitri Namgaladze, Professor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,

Tornike Kiziria, Associate Professor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,

Lena Shatakishvili, Associate Professor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia,

Tamaz Ghvanidze, PHD-student, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012021/7408

ARTICLE INFO

Received: 27 November 2020

Accepted: 21 January 2021

Published: 25 January 2021

KEYWORDS

Main gas pipeline, internal pressure, stochastic process, quantity and duration of emissions.

ABSTRACT

Management of technological operations during the discharge and filling of gas compressor stations and the linear part of the main gas pipelines, start-ups and shutdowns of gas-pumping units and other technological switches, aimed at avoiding exceeding the limit values of the amplitude of gas oscillations in order to increase the operability of the gas transmission system.

Main gas pipelines are designed to ensure safe operation during normal working process. The internal pressure as well as its test pressure are safe and will not cause bursting of the gas pipeline. But often during the operation of the main gas pipeline, there are on-off procedures and various fluctuations. Therefore, due to these processes and cyclic loading, fatigue of the pipeline metal takes place. It is also known from practice that during normal operation, pipeline destruction may occur. Therefore, it is important to determine the value of dynamic pressure emissions, for a high level, which is very important. It was found that the series of internal pressure obeys the Rayleigh distribution law. On the basis of this law, an analytical dependence of the amount of internal pressure emissions for a given level was obtained, according to which numerical results were obtained.

Citation: Dimitri Namgaladze, Tornike Kiziria, Lena Shatakishvili, Tamaz Ghvanidze. (2021) Calculation of Characteristics of Internal Pressure Emissions in Main Gas Pipelines. *World Science*. 1(62). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30012021/7408

Copyright: © 2021 **Dimitri Namgaladze, Tornike Kiziria, Lena Shatakishvili, Tamaz Ghvanidze.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Управление технологическими операциями при отведении и заполнении газом компрессорных станций и линейной части магистральных газопроводов, пусках и остановках газоперекачивающих агрегатов и других технологических переключениях, направленно на исключение превышения предельных значений амплитуды колебаний газа, с целью повышения работоспособности газотранспортной системы [1], а также, для улучшения процедуры диспетчерского управления режимами магистрального транспорта природного газа для повышения работоспособности газопроводов большого диаметра, заключающаяся в снижении пульсаций и амплитуды изменения давления в газотранспортной системе.

Расходование газа промышленными и особенно коммунально-бытовыми потребителями, как правило, неравномерно и колеблется в течение суток, недели, года. В настоящее время вариабельность расхода газа возрастает. Неравномерность объема перекачки газа приводит к вариации давления газа. Колебания давления газа большой амплитуды в трубопроводной обвязке компрессорных станций и линейной части магистральных газопроводов приводит к снижению их работоспособности. Задачи снижения скачков давления становятся особенно актуальной, поэтому рациональное обеспечение потребителей газом сопровождается усложнением технологий, а также усовершенствованием систем управления

потоками природного газа. Магистральные газопроводы во время эксплуатации подвержены флуктуациям давления. Флуктуации газа являются причиной циклического характера напряжений, который в свою очередь, увеличивает склонность газопровода к разрушению [2].

Выбросом (Outlier) случайного процесса называют превышение реализацией этого процесса некоторого определённого предела. То есть, это небольшой элемент множества выборки, который значительно отличается от остальной части выборки.

Рассмотрим магистральный газопровод компании „Сокар Джорджия Газ“, длина которого $L = 28$ км, $D = 500$ мм. На основании сервис центра „Сокар Джорджия Газа“, были проанализированы часовые динамические данные магистрального газопровода (ежедневное давление и расход), в течение 3,5 года. График внутреннего давления представлен на рис. 1.

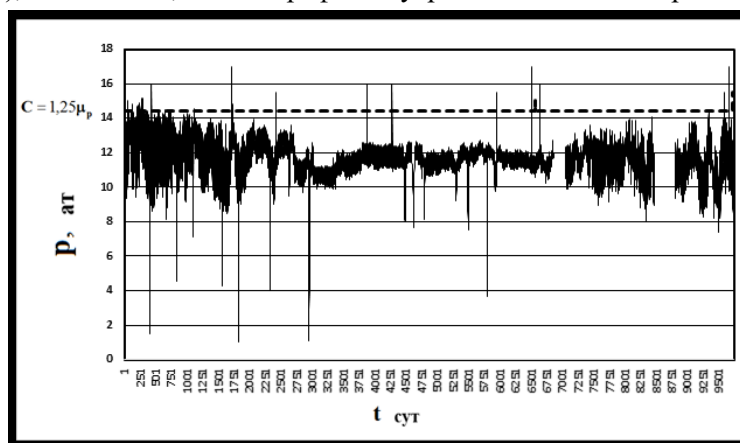


Рис. 1. Динамика внутреннего давления в магистральном газопроводе

Рассмотрим цель работы. Магистральные газопроводы спроектированы таким образом, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию при нормальном рабочем процессе. Внутреннее давление p , а также его испытательное давление $1,1p \div 1,25p$ являются безопасными и не вызывают разрыва труб газопровода. Но часто при эксплуатации магистрального газопровода возникают процедуры включения-отключения и разные флуктуации. Поэтому из-за этих процессов и циклического нагружения имеет место усталость металла трубопровода. Также из практики известно, что при нормальной работе (то есть при рабочем давлении), может происходить разрушение трубопровода. Поэтому, важно определить величину выбросов динамического давления, для высокого уровня, что весьма актуально.

Для получения нижеследующих выкладок, рассмотрим характеристики стохастического внутреннего давления. После статистической обработки, получается: объем выборки, $N = 9743$; математическое ожидание, $\mu = 11,5$ ат; среднеквадратичное отклонение, $\sigma_p = 1,31$ ат: минимум и максимум давления - $p_{\max} = 15$ ат; и $p_{\min} = 1,0$ ат.

Построим гистограммы ряда и функцию плотности распределения плотности вероятности (рис. 2) [3,4]. Очевидно, что имеется отклонение от нормального закона распределения.

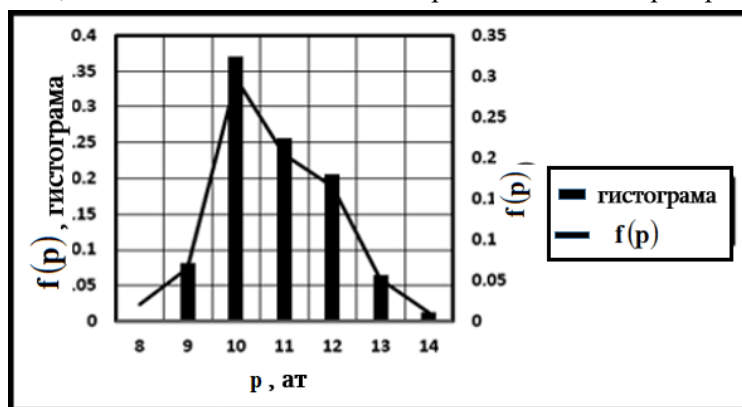


Рис. 2. Совместная гистограмма стохастического ряда давления и соответственной функции распределения плотности вероятности

После анализа выяснилось, что ряд внутреннего давления подчиняется закону аппроксимации распределения Рэлея (рис. 2) [5-8].

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{x}{B^2} e^{-\frac{x^2}{2B^2}}, & x \geq 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где B – параметр распределения Рэлея.

Перейдем к определению величины выбросов внутреннего давления. Известно, что общая формула для количества выбросов выглядит следующим образом:

$$n(c) = \int_0^\infty \omega(C, V) V dV = \int_0^\infty f_p(p) f_v(V) V dV = f_p(C) \int_0^\infty f_v(V) V dV, \quad (2)$$

где $\omega(C, V)$ является совместной функцией, для функций $f_p(p)$ исходного распределения плотности вероятности и соответствующей функции $f_v(V)$ дифференциального ряда [6-8].

Окончательно получим:

$$n(c) = \frac{\sqrt{\pi} B^3}{B^6} \frac{1}{2} e^{-\frac{C^2}{2B^2}} = \frac{\sqrt{\pi}}{2B^3} e^{-\frac{C^2}{2B^2}} \quad (3)$$

Рассмотрим определение количества выбросов динамического ряда внутреннего давления; в частности, за уровень возьмем $C = 1,25\mu_p$, где μ_p – математическое ожидание.

Следующим этапом является установление автокорреляционной связи ряда внутреннего давления. в частности, после анализа выяснилось аналитическое выражение автокорреляционной функции:

$$K(x) = \sigma_p^2 e^{-\alpha t} \cos \omega_0 t. \quad (4)$$

где α есть параметр, ω_0 – частота колебания, σ_p^2 – среднее квадратичное отклонение дифференцированного исходного ряда. Окончательно определяем количество выбросов $n(C)$, для разных шагов.

Так, в качестве примера, возьмем следующие параметры: среднее квадратичное отклонение дифференцированного исходного ряда $\sigma_p = 0,69$ ат; уровень давления $C = 1,25p_{\text{Max}} = 14,4$ ат; количество выбросов $n(C) = 0,000335$; моменты времени вбросов $T = 119$ час ≈ 5 сут.

Итак, проведено исследование по определению численных характеристик динамического ряда внутреннего давления, на основании натурных данных. Полученные результаты рекомендованы диспетчерской службой компании, для оптимизации эффективного управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дарсалия Н.М. Обеспечение работоспособности газотранспортной системы при диспетчерском управлении технологическими режимами перекачки газа (на примере ООО „Газпром Трансгаз Уфа“. Дисс.на соиск. уч.степ. канд.техн. наук. Уфа. 2019. с 137
2. Conrado Borraz-Sánchez, Roger Z. Ríos-Mercado. A hybrid meta-heuristic approach for natural gas pipeline network optimization. HM'05: Proceedings of the Second international conference on Hybrid Metaheuristics August. Berlin. Germany. 2005 pp 54–65
3. Возник О.М. и др. Моделирование и обработка стохастических сигналов и структур. Учебное пособие. М., Университетская книга. 2013. 125 с
4. Вадзинский Р.И. Справочник по вероятным распределениям. СПб Наука. 2001. 295 с
5. Ребро И.В., Носенко В.А., Короткова Н.Н. Прикладная математическая статистика для технических специальностей Учебное пособие. Волгоград 2011. с 148
6. Lishamol Tomy, Jiju Gillariose². A generalized Rayleigh distribution and its application. Biometrics & Biostatistics International Journal. July 8, 2019
7. Jiju G, Lishamol T. A New Life Time Model: The Generalized Rayleigh-Truncated Negative Binomial Distribution. International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences. 2018;5(6): pp 1-12.
8. GM Cordeiro, CT Cristino, EM Hashimoto, et al. The beta generalized Rayleigh distribution with applications to lifetime data. *Statistical Papers*. 2013;54(1):113–161.