



О. А. БАЛАНДИНА
Е. Б. ФИЛАТОВА
С. М. ПУРИНГ
А. И. ФИЛАТОВА

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ОПОРАМИ НАДЗЕМНОГО ГАЗОПРОВОДА РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

BUILDING AN ALGORITHM FOR CALCULATION OF DISTANCES BETWEEN
OVERGROUND GAS PIPELINE SUPPORTS OF DIFFERENT DIAMETERS DEPENDING
ON CLIMATIC CHARACTERISTICS

Применение усредненных норм в процессе выполнения инженерных расчетов систем газораспределения существенно сокращает сроки проектирования, однако не учитывает влияние климатических условий эксплуатации линейных участков надземной газовой сети. В работе рассматривается возможность применения табличной модели алгоритма определения дистанций между опорами надземных газопроводов различных диаметров в зависимости от климатических характеристик на примере Самарской области. Приведены примеры визуализации информационной структуры вычислительных алгоритмов средствами электронных таблиц. Предложена блок-схема алгоритма расчета величин средних пролетов между опорами надземных газопроводов для различных климатических условий. Показаны преимущества использования предложенной методики табличного моделирования в инженерных расчетах газораспределительных систем.

Ключевые слова: газораспределительная сеть, расстояние между опорами, алгоритмическое табличное моделирование, визуализация, Microsoft Excel, табличная модель

The use of averaged norms in the process of performing engineering calculations of gas distribution systems significantly reduces the design time, but does not take into account the influence of climatic operating conditions of linear sections of the aboveground gas network. The paper considers the possibility of using a tabular model of the algorithm for determining the distances between the supports of aboveground gas pipelines of various diameters depending on climatic characteristics on the example of the Samara region. Examples of visualization of the information structure of computational algorithms by means of spreadsheets are given. A block diagram of an algorithm for calculating the values of average spans between aboveground gas pipeline supports for various climatic conditions is proposed. The advantages of using the proposed tabular modeling technique in engineering calculations of gas distribution systems are shown.

Keywords: gas distribution network, distance between supports, algorithmic tabular modeling, visualization, Microsoft Excel, tabular model

На сегодняшний день надземная прокладка газопроводов на опорах приобретает особую актуальность в связи с необходимостью технического перевооружения существующих

газовых сетей и строительства новых, в рамках программы газификации Самарской области на 2020–2024 годы (Приказ Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяй-

ства Самарской области от 7 ноября 2019 года № 208 «Об утверждении программы газификации Самарской области на 2020-2024 годы, финансируемой за счет средств, полученных от применения специальных надбавок к тарифам на транспортировку газа обществом с ограниченной ответственностью «Средневожская газовая компания»» (с изменениями на 17 июня 2021 года)). Общая протяженность газопроводов, входящих в газораспределительную систему региона, составляет более 25 тыс. км, 60 % из которых приходится на долю надземной прокладки (Распоряжение Правительства Самарской области от 27 ноября 2020 года № 589-р «Об утверждении региональной программы газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций Самарской области на 2020–2024 годы»). Критериями надежности на стадии эксплуатации газораспределительных систем являются их прочность и устойчивость, на сте-

пень которых существенно влияет правильно подобранная дистанция между опорными креплениями [1–3].

Расстояние между опорами, состоящими из столбчатых железобетонных фундаментов и металлических стоек, рекомендуется принимать руководствуясь требованиями СП 42-102-2004 и согласно результатам расчета на прочность и устойчивость. При выполнении вычислений должны быть удовлетворены условия обеспечения компенсации температурных удлинений, статической прочности, предельно допустимого прогиба и динамической. В случае необходимости удовлетворения всех условий расстояние между опорами принимается наименьшим из определения устойчивости (СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб).

Для определения величины среднего пролета газопровода из условия статической прочности применима формула

$$L_{ст} = (d_e - t_{ном}) \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi \cdot t_{ном} \cdot R}{q} \right)^{0,5} \cdot \left\{ 1 - 0,75 \left[\frac{p(d_e - 1,2 \cdot t_{ном})}{2 \cdot t_{ном} \cdot R} \right]^2 \right\}^{0,25} \cdot 10^3, \text{ м}, \quad (1)$$

где d_e – эквивалентный диаметр газопровода, мм; $t_{ном}$ – номинальная толщина стенки трубы, принимается для надземных газопроводов не менее 2 мм; R – расчетное сопротивление металла, МПа (СП 42 – 102 – 2004).

Нагрузки и воздействия на газопровод определяются с учетом собственного веса единицы длины газопровода q_g , Н/м, веса транспортируемого газа в единице длины газопровода q_g , Н/м, веса снежного покрова v_s , Н/м, веса обледенения v_i , Н/м, и ветровой нагрузки на единицу длины надземного газопровода w_n , Н/м [4, 5]:

$$q = \left[(q_g + q_g + v_s + v_i)^2 + w_n^2 \right]^{0,5}, \text{ Н/м}. \quad (2)$$

При этом в выражении для q , Н/м, из нагрузок снеговой v_s и гололедной v_i принимается одна – наибольшая (СП 42-102-2004).

Как видно из приведенных ранее формул, для определения расстояния между опорами надземного газопровода предварительно должен быть выполнен расчет характеристик материала на прочность [4]. Однако подобные вычисления требуют значительных инженерных усилий и существенно увеличивают время выполнения рабочего проекта. Вследствие этого в практических работах обычно прибегают к использованию сводных примерных таблиц, разработанных с целью унификации конструктивных решений [6, 7]. Кроме того, для обеспечения надежности функционирования газораспределительных систем при принятии

проектных решений необходимо учитывать не только технические характеристики сети, но и влияние климатических условий зоны их эксплуатации [8].

На рынке программного обеспечения существуют специализированные программы, позволяющие определять расстояния между опорами [9, 10]. Однако их применение требует дополнительных инвестиций и времени на обучение исполнителя. Кроме того, пользователь отстранен от исходного формульного аппарата и от алгоритма вычислений [11]. В качестве программной поддержки в исследовании использованы пакеты электронных расчетных таблиц и графических инструментов Microsoft Excel, лишённые вышеупомянутых недостатков [12].

Авторами проведены расчеты величин средних пролетов газопровода из условия статической прочности для транспортировки осушенного природного газа согласно СП 42-102-2004 и для транспортировки газа, в котором возможно образование конденсата для двух вариантов:

1 вариант – расчет величин, выполненный для основной части Самарской области – IV район по снеговой нагрузке, III район по давлению ветра, III район по толщине стенки гололеда (СП 20.13330-2016 «Нагрузки и воздействия»

с Изменениями № 1,2. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*).

2 вариант – расчет величин, выполненный для западной части Самарской области (западнее г. Сызрани) – III район по снеговой нагрузке, II район по давлению ветра, IV район по толщине стенки гололеда (СП 20.13330.2016).

Последовательность расчетов определяется логической цепочкой, учитывающей исходные проектные данные (рабочее давление в газопроводе, материал, диаметр, толщину стенки, климатический район строительства и т. д.)

Для схематического представления алгоритма расчета величин средних пролетов между опорами надземных газопроводов для различных климатических условий составлена блок-схема, которая затем была применена в электронных таблицах Microsoft Excel.

Примеры реализации решения показаны на рис.1, 2.

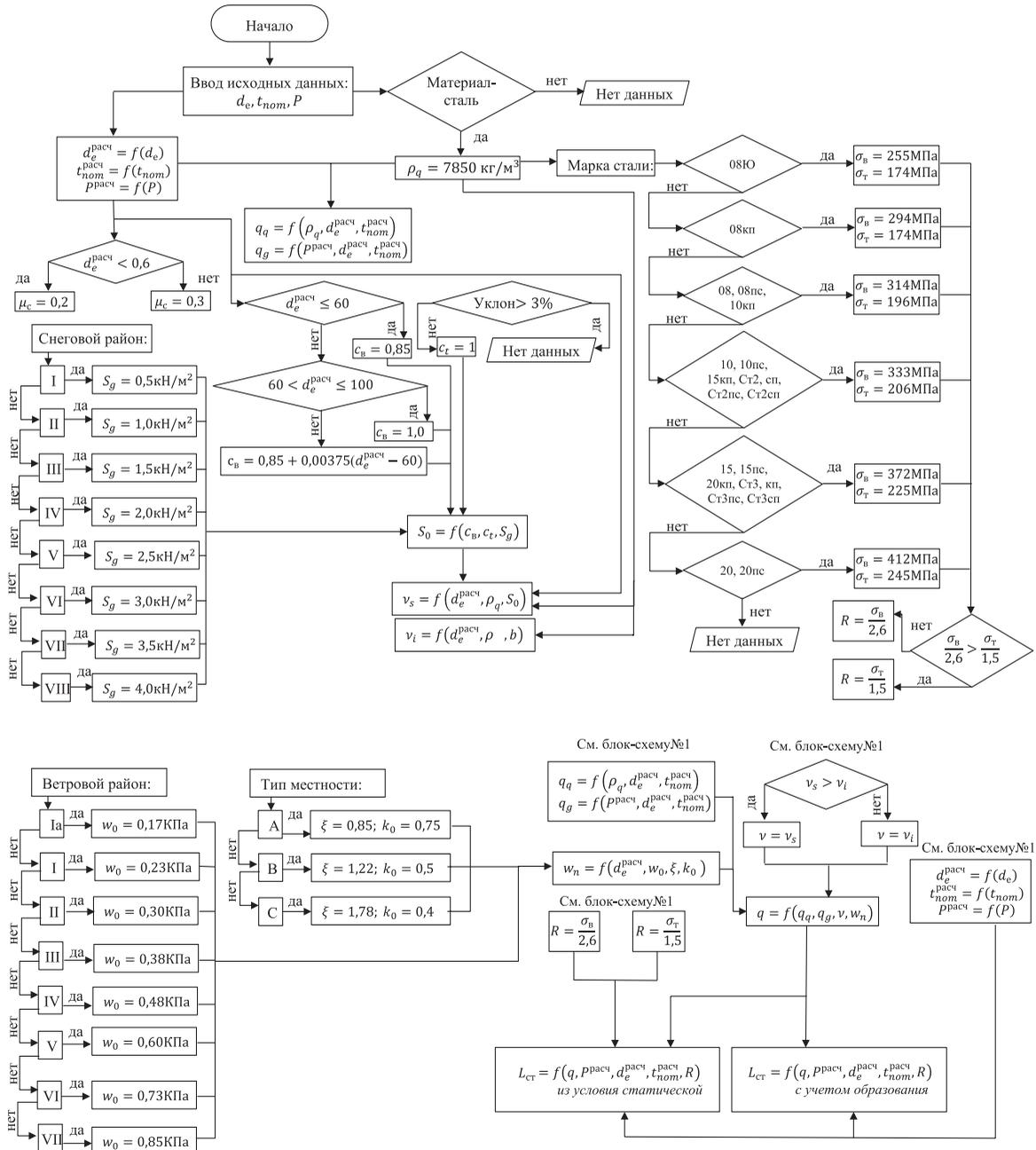


Рис.1. Блок-схема алгоритма расчета величин средних пролетов между опорами надземных газопроводов для различных климатических условий

| № | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | |
|----|---|--------------------|--------------------|----------|---|---|-------------------|----------|----------------------------------|-------|--------------------------------|--------------|-------|-----|-------|-----|
| 1 | Расчет величины среднего пролета газопровода из условия статической прочности (СП 42-102-2004) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | (для основной части Самарской области - IV р-н по снеговой нагрузке, III р-н по давлению ветра, III р-н по толщине стенки гололеда) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | СтЗсл, d 32x2,2 мм (dy 25) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | газопровод низкого давления | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Исходные данные | | Ед-ца измерения | Величина | Источник данных | | Ед-ца измерения | Величина | промежуточные расчетные величины | | принимаемые в расчете значения | | | | | |
| 6 | наружный диаметр | d _e | мм | 32 | фактическое значение | | м | 0,032 | | | | | | | | |
| 7 | толщина стенки | t _{nom} | мм | 2,2 | фактическое значение | | м | 0,0022 | | | | | | | | |
| 8 | рабочее давление | P | Па | 5000 | фактическое значение | | МПа | 0,005 | | | | | | | | |
| 9 | временное сопротивление | σ _s | МПа | 372 | СП 42-102-204, табл. 4 | | МПа | 143,077 | | | | | | | | |
| 10 | предел текучести | σ _r | МПа | 225 | СП 42-102-204, табл. 4 | | МПа | 150 | | | R= 143,1 МПа | | | | | |
| 11 | плотность материала труб | ρ _d | кг/м ³ | 7850 | СП 42-102-204, п. 5.71 | | Цс= | 0,2 | Qq= | 15,85 | н/м | | | | | |
| 12 | нормативная снеговая нагрузка | S ₀ | кгс/м ² | 170 | СП 20.13330.2016 п.10.1 | | н/м ² | 1687,7 | Qg= | 4E-04 | н/м | | | | | |
| 13 | толщина стенки гололеда | b | мм | 10 | СП 20.13330.2016 п. 12.2 | | м | 0,01 | VS= | 10,67 | н/м | | | | | |
| 14 | плотность льда | ρ | г/см ³ | 0,9 | СП 20.13330.2016 п. 11.1.4 | | кг/м ³ | 900 | Vl= | 5,37 | н/м | V= 10,67 н/м | | | | |
| 15 | ветровое давление | w ₀ | кгс/м ² | 38 | СП 20.13330.2016 п. 11.1.4 | | н/м ² | 372,78 | Wn= | 14,27 | н/м | | | | | |
| 16 | коэффициент пульсации | ζ | | 0,85 | СП 42-102-204, табл. 7 (СП 20.13330.2016 п. 11.1.6) | | | 0,85 | q= | 30,12 | н/м | | | | | |
| 17 | изменение ветрового давления по высоте | k(z ₀) | | 0,75 | | | | 0,75 | L _{ct} = | 9,350 | м | | | | | |
| 19 | величина среднего пролета газопровода из условия статической прочности принята | | | | | | | | | | 9 | м | | | | |
| 20 | величина среднего пролета газопровода при возможном образовании конденсата | | | | | | | | | | 2,5 | м | | | | |
| 22 | газопровод среднего давления | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | рабочее давление | P | Па | 300000 | фактическое значение | | МПа | 0,3 | L _{ct} = | 9,349 | м | q= | 30,12 | н/м | | |
| 24 | величина среднего пролета газопровода из условия статической прочности принята | | | | | | | | | | 9 | м | | Qq= | 0,023 | н/м |
| 25 | газопровод высокого давления | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | рабочее давление | P | Па | 1200000 | фактическое значение | | МПа | 1,2 | L _{ct} = | 9,344 | м | q= | 30,12 | н/м | | |
| 27 | величина среднего пролета газопровода из условия статической прочности принята | | | | | | | | | | 9 | м | | Qq= | 0,091 | н/м |

Рис.2. Результаты расчета величины среднего пролета газопровода (вариант 1)

| № | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | | |
|----|--|--------------------|--------------------|----------------------|---|---|-------------------|--------------------|----------------------------------|-------|--------------------------------|-------------|-------|-----|-------|-----|
| 29 | Расчет величины среднего пролета газопровода из условия статической прочности (СП 42-102-2004) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | (для западной части Самарской области (западнее г. Сызрань) - III р-н по снеговой нагрузке, II р-н по давлению ветра, IV р-н по толщине стенки гололеда) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | СтЗсл, d 32x2,2 мм (dy 25) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | газопровод низкого давления | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | перечень исходных данных | | единицы измерения | величина в источнике | источник исходных данных | | единицы измерения | величина в расчете | промежуточные расчетные величины | | принимаемые в расчете значения | | | | | |
| 34 | наружный диаметр | d _e | мм | 32 | фактическое значение | | м | 0,032 | | | | | | | | |
| 35 | толщина стенки | t _{nom} | мм | 2,2 | фактическое значение | | м | 0,0022 | | | | | | | | |
| 36 | рабочее давление | P | Па | 5000 | фактическое значение | | МПа | 0,005 | | | | | | | | |
| 37 | временное сопротивление | σ _s | МПа | 372 | СП 42-102-204, табл. 4 | | МПа | 143,077 | | | | | | | | |
| 38 | предел текучести | σ _r | МПа | 225 | СП 42-102-204, табл. 4 | | МПа | 150 | | | R= 143,1 МПа | | | | | |
| 39 | плотность материала труб | ρ _d | кг/м ³ | 7850 | СП 42-102-204, п. 5.71 | | Цс= | 0,2 | Qq= | 15,85 | н/м | | | | | |
| 40 | нормативная снеговая нагрузка | S ₀ | кгс/м ² | 127,5 | СП 20.13330.2016 п.10.1 | | н/м ² | 1250,78 | Qg= | 4E-04 | н/м | | | | | |
| 41 | толщина слоя льда | b | мм | 15 | СП 20.13330.2016 п. 12.2 | | м | 0,015 | VS= | 8,00 | н/м | | | | | |
| 42 | плотность льда | ρ | г/см ³ | 0,9 | СП 20.13330.2016 п. 12.2 | | кг/м ³ | 900 | Vl= | 8,05 | н/м | V= 8,05 н/м | | | | |
| 43 | ветровое давление | w ₀ | кгс/м ² | 30 | СП 20.13330.2016 п. 11.1.4 | | н/м ² | 294,3 | Wn= | 11,27 | н/м | | | | | |
| 44 | коэффициент пульсации | ζ | | 0,85 | СП 42-102-204, табл. 7 (СП 20.13330.2016 п. 11.1.6) | | | 0,85 | q= | 26,43 | н/м | | | | | |
| 45 | изменение ветрового давления по высоте | k(z ₀) | | 0,75 | | | | 0,75 | L _{ct} = | 9,982 | м | | | | | |
| 46 | величина среднего пролета газопровода из условия статической прочности принята | | | | | | | | | | 9 | м | | | | |
| 47 | величина среднего пролета газопровода при возможном образовании конденсата | | | | | | | | | | 2,6 | м | | | | |
| 50 | газопровод среднего давления | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | рабочее давление | P | Па | 300000 | фактическое значение | | МПа | 0,3 | L _{ct} = | 9,982 | м | q= | 26,43 | н/м | | |
| 52 | величина среднего пролета газопровода из условия статической прочности принята | | | | | | | | | | 9 | м | | Qq= | 0,023 | н/м |
| 54 | газопровод высокого давления | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | рабочее давление | P | Па | 1200000 | фактическое значение | | МПа | 1,2 | L _{ct} = | 9,976 | м | q= | 26,43 | н/м | | |
| 56 | величина среднего пролета газопровода из условия статической прочности принята | | | | | | | | | | 9 | м | | Qq= | 0,091 | н/м |

Рис.3. Результаты расчета величины среднего пролета газопровода (вариант 2)

Целью данной работы была автоматизация подсчета величин средних пролетов между опорами надземных газопроводов для различных климатических условий посредством математических операторов с целью сокращения времени расчета.

Использование усредненных нормативно-технических сведений при выполнении инженерных вычислений приводит к игнорированию ряда существенных факторов, влияющих как на статическую прочность и устойчивость, так и на стоимостную харак-

теристику линейных участков надземной газовой сети. Проведено сравнение значений межосевых расстояний надземного стального газопровода низкого и среднего (высокого) давлений для диапазона $d_y = 25 \div 400$ мм,

полученных с помощью предложенного алгоритма, со справочными данными [7], используемыми при выполнении инженерных расчетов. Визуализация результатов представлена на рис. 4 и 5.

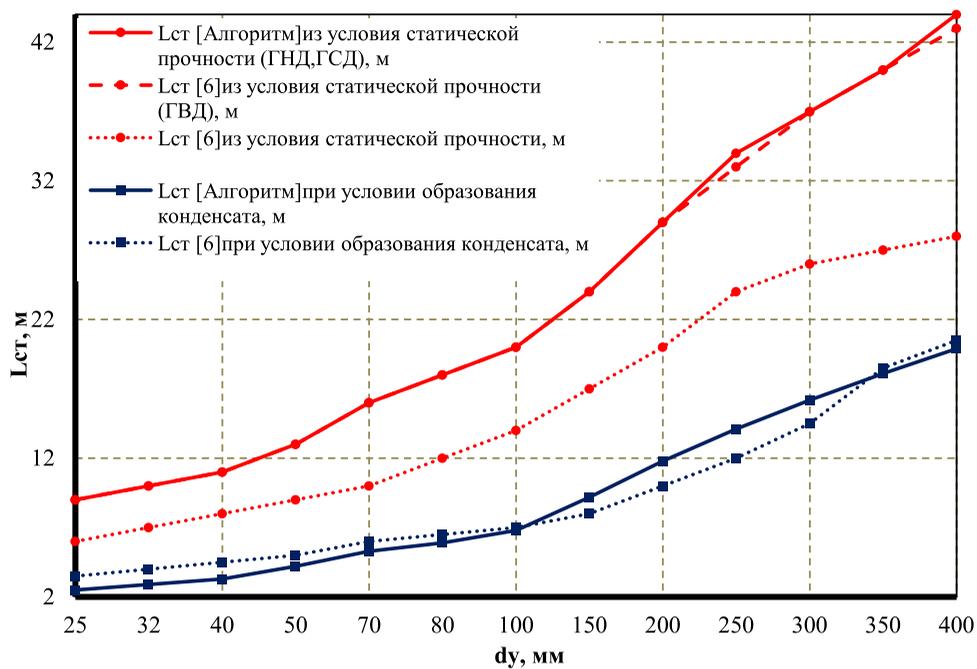


Рис. 4. Вариант 1. Зависимость дистанции между опорными креплениями от диаметра надземного стального газопровода

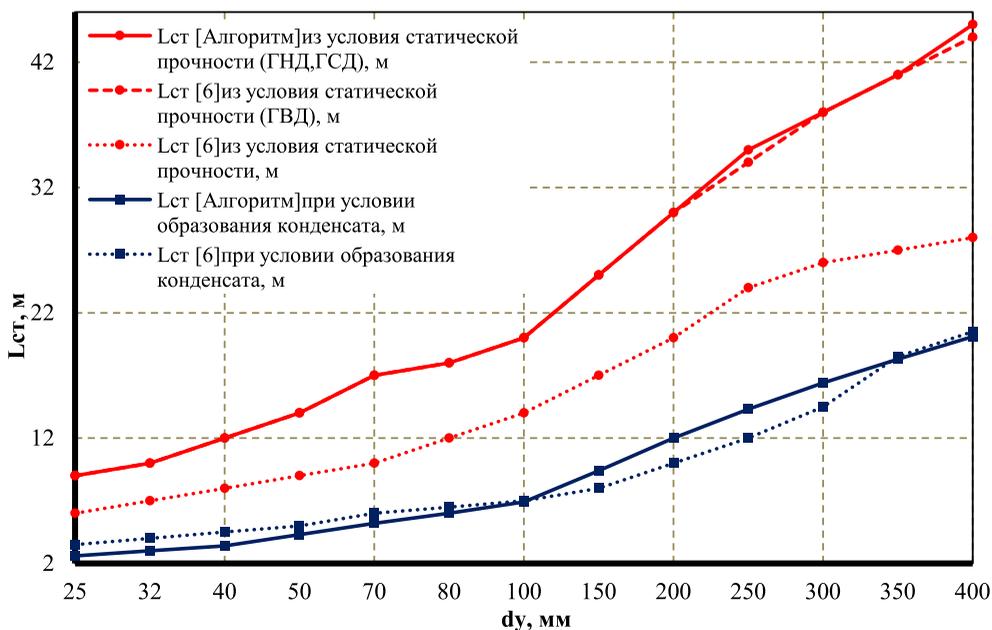


Рис. 5. Вариант 2. Зависимость дистанции между опорными креплениями от диаметра надземного стального газопровода

Вывод. Анализ полученных графических зависимостей позволил выявить динамику возрастания значений межосевых расстояний между опорами надземного газопровода по сравнению со справочными усредненными данными [7]. Увеличение дистанции между опорными креплениями, при сохранении прочности и устойчивости конструкции сети, ведет к значительной экономии средств на капитальные и эксплуатационные затраты.

Применение предложенного авторами алгоритма при решении конструкторских задач проектирования и строительства газораспределительных сетей позволяет достаточно гибко и рационально организовать вычислительный процесс, наглядно представить результаты математических вычислений для принятия верных и экономических целесообразных проектных решений [13–15]. Табличный алгоритм значительно упрощает подбор расстояния между опорами для надземного стального газопровода и может быть применен для выполнения конструкторских расчетов при других климатических условиях эксплуатации газораспределительных сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Johnson M.M. Pipeline Aerial Crossings // International Pipeline Conference. American Society of Mechanical Engineers. 2014. V. 46100. V001T03A020.
2. Li R., Gong H., Zhu C. Design of combined pipe support with large span steel structure // International Conference on Smart Transportation and City Engineering 2021. SPIE. 2021. V. 12050. P. 902–907.
3. Кожанов Д.А., Лихачев А.В., Лихачева С.Ю. Модель деформирования трубы магистрального газопровода в системе ANSYS // Труды научно-практической конференции в рамках 15-го российского архитектурно-строительного форума. 2017. С. 7–9.
4. Гольянов А.И. Газовые сети и газохранилища. М., 2004.
5. Гордюхин А.И. Газовые сети и установки. М.: Стройиздат, 1978.
6. Каменников Н. Справочник газовика. Litres, 2021.
7. Птускин А.С., Анцев В.Ю., Витчук Н.А. Методика расчета показателей эффективности проекта внедрения инструментов бережливого производства // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2014. № . 5–1. С. 253–266.
8. Start-Proff 4.82 – Csoft НТП Трубопровод [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://truboprovod.ru/software/start#buy> (дата обращения: 18.11.2022).
9. ПК PIPE ООО «ЦКТИ-ВИБРОСЕЙСМ» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.dpipe.ru/ru/dpipe_utilities_ru.html (дата обращения: 18.11.2022).
10. Шилов С.В. Применение расчетов взрывов в Excel при обучении бакалавров направления «Тех-

носферная безопасность» // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1. Математика. Механика. Информатика. 2019. № . 33. С. 96–113.

11. Галкина Е.В. Пакет прикладных программ для расчета теплофизических параметров взрывного разложения композитов на основе PETN // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2016. Т. 2, № 2. С. 26–34.

12. Чикина Е.А., Шевченко М.В. Апробация экономико-математических моделей в деятельности предприятий с применением программ Microsoft Excel и Mathcad // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. 2016. № . 6. С. 255–262.

13. Shittu A.A. Review of pipeline span analysis // World Journal of Engineering. 2019. Vol. 16. N 1. P. 166–190.

14. Новопашина Н.А., Филатова Е.Б., Баладина О.А. Использование номограмм для гидравлического расчета газопроводов // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № . 1–1 (115). С. 55–61.

15. Новопашина Н.А., Филатова Е.Б., Баладина О.А. Характерные кривые, ограничивающие область применения номограммы среднего давления для расчета газопроводов // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № . 3–1 (117). С. 67–74.

REFERENCES

1. Johnson M.M. Pipeline Aerial Crossings. International Pipeline Conference. American Society of Mechanical Engineers. 2014. V. 46100. V001T03A020.
2. Li R., Gong H., Zhu C. Design of combined pipe support with large span steel structure. International Conference on Smart Transportation and City Engineering 2021. SPIE. 2021. V. 12050. P. 902–907.
3. Kozhanov D.A., Likhachev A.V., Likhacheva S.Yu. Model of deformation of the main gas pipeline pipe in the ANSYS system. *Trudy nauchno-prakticheskoy konferencii v ramkah 15-go rossijskogo arhitekturno-stroitel'nogo foruma* [Proceedings of the scientific and practical conference within the framework of the 15th Russian architectural and construction forum]. 2017, pp. 7–9. (In Russian)
4. Gol'janov A.I. *Gazovye seti i gazohranilishha* [Gas Networks and Gas Storage Facilities]. Moscow, 2004.
5. Gordjuhin A.I. *Gazovye seti i ustanovki* [Gas networks and installations]. Moscow, Stroyizdat, 1978.
6. Kamennikov N. *Spravochnik gazovika* [Gazovik Handbook]. Litres, 2021.
7. Ptuskin A.S., Antsev V.Yu., Vitchuk N.A. Methodology for Calculating Efficiency Indicators of the Lean Manufacturing Tools Implementation Project. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Jekonomicheskie i juridicheskie nauki* [News of Tula State University. Economic and Legal Sciences], 2014, no. 5–1, pp. 253–266. (in Russian)
8. Start-Proff 4.82 – Csoft STP Pipeline. Available at: <https://truboprovod.ru/software/start#buy> (accessed 18 November 2022).

9. PC PIPE СКТИ-VIBROSEISM LLC. Available at: https://www.dpipe.ru/ru/dpipe_utilities_ru.html (accessed 18 November 2022).

10. Shilov S.V. Application of Explosion Calculations in Excel in Teaching Bachelors of Technosphere Safety. *Vestnik Syktyovkarskogo universiteta. Seriya 1. Matematika. Mehanika. Informatika* [Bulletin of Syktyvkar University. Series 1. Maths. Mechanics. Computer science], 2019, no. 33, pp. 96–113. (in Russian)

11. Galkina E.V. Package of applied programs for calculation of thermophysical parameters of explosive decomposition of composites based on PETN. *Sovremennye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Modern basic and applied research], 2016, Vol. 2, no. 2, pp. 26–34. (in Russian)

12. Chikina E.D., Shevchenko M.V. Testing of economic and mathematical models in the activities of enterprises using Microsoft Excel and Mathcad programs.

Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], 2016, no. 6, pp. 255–262. (in Russian)

13. Shittu A.A. Review of pipeline span analysis. *World Journal of Engineering*, 2019. Vol. 16. N 1. P. 166–190.

14. Novopashina N.A., Filatova E.B., Balandina O.A. Use of nomograms for hydraulic calculation of gas pipelines. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal], 2022, no. 1–1(115), pp. 55–61. (in Russian)

15. Novopashina N.A., Filatova E.B., Balandina O.A. Characteristic curves limiting the application of medium pressure nomograms for gas pipeline calculation. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal], 2022, no. 3–1(117), pp. 67–74. (in Russian)

Об авторах:

БАЛАНДИНА Ольга Александровна

старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: balandinaolya88@rambler.ru

BALANDINA Olga A.

Senior Lecturer of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: balandinaolya88@rambler.ru

ФИЛАТОВА Елена Борисовна

старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: ele51763539@yandex.ru

FILATOVA Elena B.

Senior Lecturer of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: ele51763539@yandex.ru

ПУРИНГ Светлана Михайловна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: puring@mail.ru, 8-902-336-40-13.

PURING Svetlana M.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: puring@mail.ru

ФИЛАТОВА Алена Игоревна

студентка 2 курса колледжа СамГТУ Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

FILATOVA Alena I.

College Student Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

Для цитирования: Баландина О.А., Филатова Е.Б., Пуринг С.М., Филатова А.И. Построение алгоритма расчета расстояний между опорами надземного газопровода различного диаметра в зависимости от климатических характеристик // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1. С. 60–66. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.8. For citation: Balandina O.A., Filatova E.B., Puring S.M., Filatova A.I. Building an Algorithm for Calculation of Distances between Overground Gas Pipeline Supports of Different Diameters Depending on Climatic Characteristics. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 60–66. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.8.