

DOI: 10.18454/mca.2016.03.4

Барышева О.Б.¹, Садыков Р.А.², Батюшков Н.Ю.³

¹ кандидат технических наук, доцент, ² доктор технических наук, профессор, ³ студент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАССИРОВКИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация

Вопросы энергоресурсосбережения будут актуальны на протяжении всей жизни человечества. Численность населения увеличивается, растет потребность в использовании природных ресурсов, которые не бесконечны. Закрываются истощенные газовые месторождения, а запасы новых не столь оптимистичны.

Разрабатываются новые методы экономии природных ресурсов, некоторые из них действенные, а некоторые носят рекомендательный характер ввиду своей нецелесообразности применения.

Нами разработана методика оптимизации построения конфигурации газовой сети. Она позволяет сохранять до 300 тыс. руб. с каждых 100-150 м газопровода.

С учетом того, что прокладываются многокилометровые газовые сети, то экономический эффект становится очевиден.

Уже в процессе проектирования можно сэкономить финансы, благодаря использованию оптимизации построения трассировки газовых сетей на начальном этапе.

Ключевые слова: газ, конфигурация, оптимизация, метод, алгоритм

Barysheva O.B., Cadykov R.A., Batyushkov N.Yu.

¹ PhD in Engineering, associate professor, ² PhD in Engineering, professor, ³ student, Kazan State University of Architecture and Engineering

OPTIMIZATION OF TRACE IN GAS DISTRIBUTION NETWORK OF LOW PRESSURE

Abstract

Problems of energy saving will be relevant throughout the life of mankind. While the population increases, the need for the natural resources also grows. The depleted gas fields are being closed and new reserves are not so optimistic.

New methods to save natural resources are being developed, some of them are effective and some are recommendatory due to its inappropriate use.

We have developed methods for optimizing the configuration of the gas network. It allows to store up to 300 thousand rubles (aprox. 5000 euros) for every 100-150 m of the pipeline.

Given the fact that many kilometers of gas networks are being constructed, the economic effect is obvious.

Already on the stage of design, one can minimize the costs, by using optimization of the construction of trace gas networks.

Keywords: gas, configuration, optimization, method, algorithm

На сегодняшний день в России газ является основным дешевым видом топлива. Но несмотря на его цену, в период кризиса, актуально решение проблемы энергоресурсосбережения. Существует много способов экономии ресурсов, действующих и теоретических, но есть такие проблемы, решение которых без подключения информационных и компьютерных технологий просто невозможно.

Известно, что рост газопотребления значительно опережает темп развития газораспределительных сетей. Это приводит к сбоям в режимах газоснабжения, следовательно, к аварийности, а работа в нерасчетных условиях просто недопустима [1, 2].

В данной статье рассматривается оптимизация трассировки газовой сети для выбранного локального участка. Это делается для установления наиболее подходящего метода оптимизации, т.е. нахождения наикратчайших расстояний при прокладывании трассы газопровода.

Нами рассматриваются три метода:

- метод наименьших квадратов (МНК);
- алгоритм Прима;
- метод Штейнера.

Рассмотрим вкратце каждый из них.

МНК применяется для решения различного типа математических задач. Сущность метода: минимизация суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомым переменных. МНК практически универсален. МНК может использоваться [3, 4]:

- для решения уравнений количество которых превышает число неизвестных (переопределенных систем уравнений),
- для нахождения решения в случае нелинейных систем уравнений (не переопределенных),
- для аппроксимации точечных значений некоторых функций.

Рассмотрим алгоритм Прима. Сущность его заключается в следующем: изначально берётся произвольная вершина и находится ребро, инцидентное данной вершине и обладающее наименьшей стоимостью. Найденное ребро и соединяемые им две вершины образуют дерево. Далее, рассматриваются рёбра графа (математического объекта). Один конец ребер – это вершина, принадлежащая дереву, а другой конец не принадлежит. Из полученных рёбер выбирается ребро наименьшей стоимости. Процесс пошаговый, так выбираемое на каждом шаге ребро

присоединяется к дереву. Отсюда, при выполнении каждого шага заданного алгоритма, высота получаемого дерева увеличивается на 1 и рост дерева происходит до полного исчерпания всех имеющихся вершин исходного математического объекта. Итогом данного алгоритма является базовое дерево минимальной стоимости [5, 6, 7, 8]. Этот метод также можно применить и к трассировке, т.к. аналогия очевидна.

Следующий метод – это метод Штейнера, который основан на изучении максимальных и минимальных свойств фигур в плоскости, на сфере и в пространстве. И этот метод имеет право на существование для решения вопроса оптимизации [9, 10].

По каждому из имеющихся методов есть программный модуль, который подсоединяется к основной программе написанной для оптимизации конфигурации газораспределительной системы.

Программирование осуществляется на объектно-ориентированном языке программирования C++.

Указанные выше методики определения оптимальной конфигурации газовой сети наиболее актуальны. Так начальная точка поиска решения может находиться как в области допустимых, так и недопустимых пределах. Промежуточными итерациями производится контроль над движением точки поиска.

Определимся с понятием промежуточная итерация. Это итерация, при которой комбинация изменяемых параметров x отличается от комбинации исходной итерации приращением только одного изменяемого параметра. Значение невязки $H(x) > 0$ говорит о том, что точка поиска находится в недопустимых пределах, а значение невязки $H(x) = 0$ - что решение найдено, так как точка поиска находится в допустимой зоне.

На рис.1-3 приведены результаты, полученные с использованием описанных выше методик оптимизации конфигурации газораспределительных сетей. Сравнительные расчеты были выполнены на следующем примере: абстрактный газопровод.

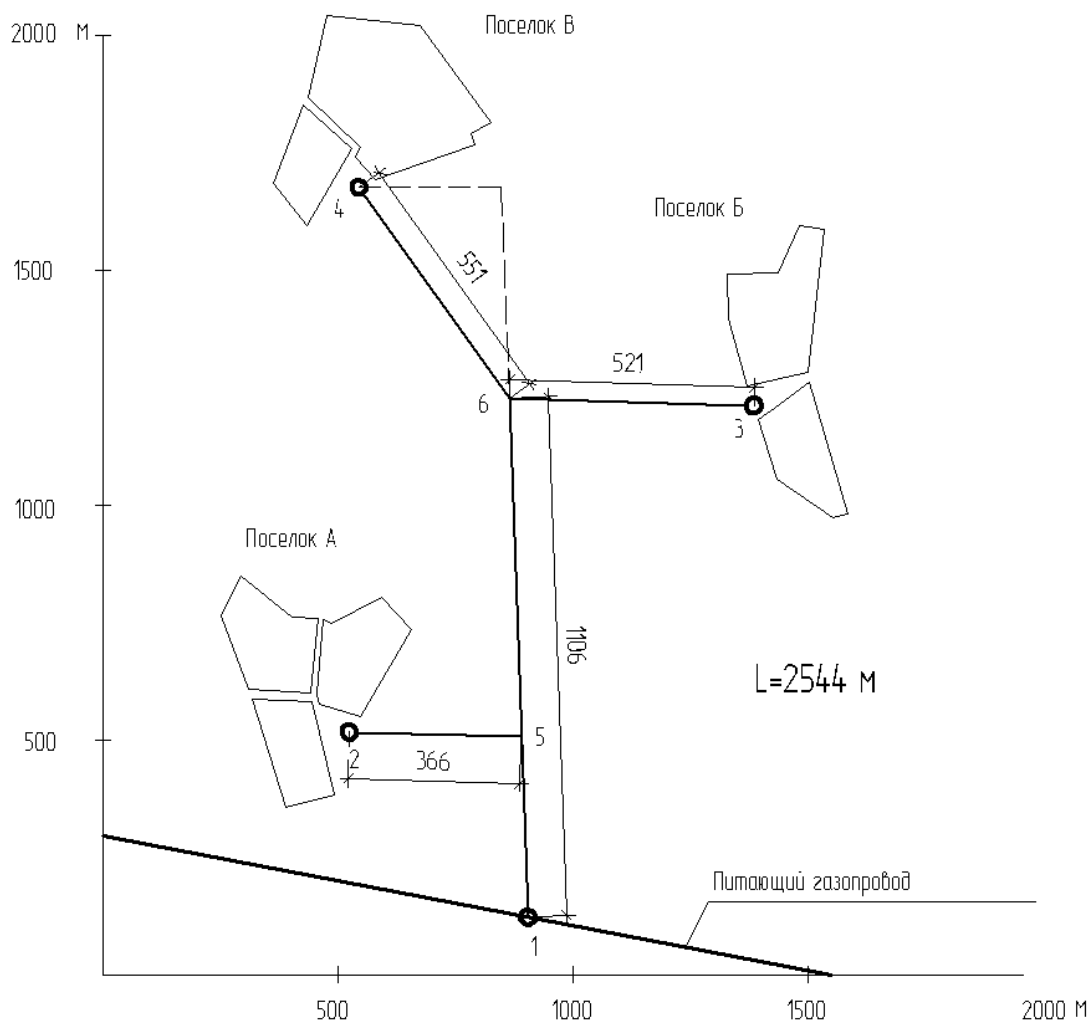


Рис.1 Построение конфигурации газораспределительной сети методом наименьших квадратов

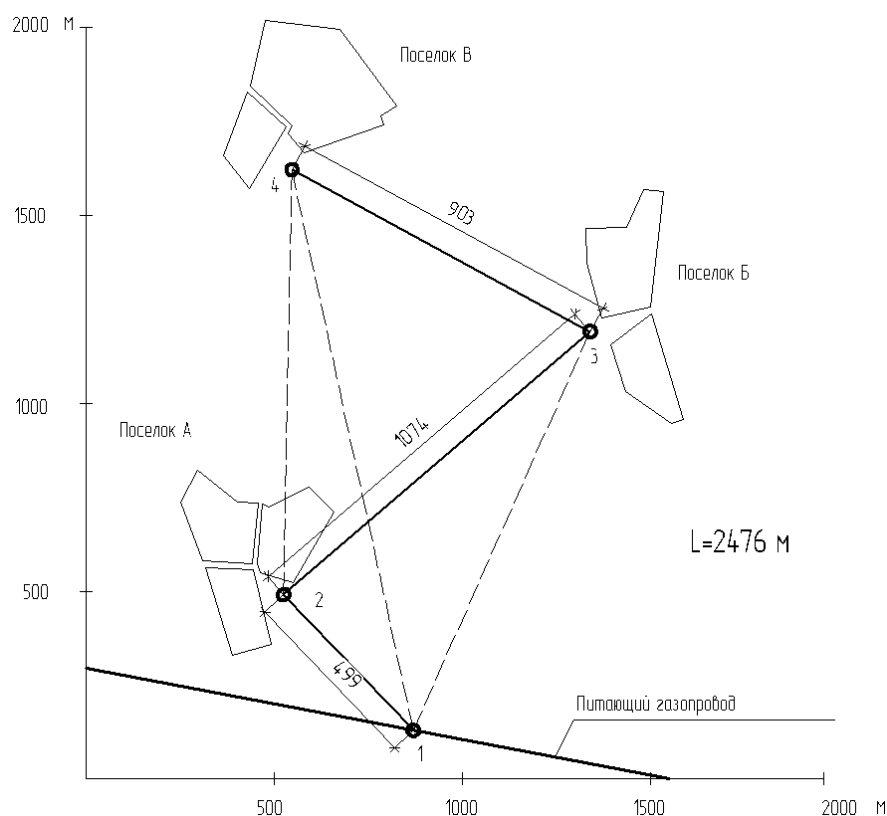


Рис. 2 Построение конфигурации сети алгоритмом Прима

Прокладка стального газопровода производится из труб с изоляцией весьма усиленного типа, а полиэтиленового - из прямых труб длиной по 12 м.

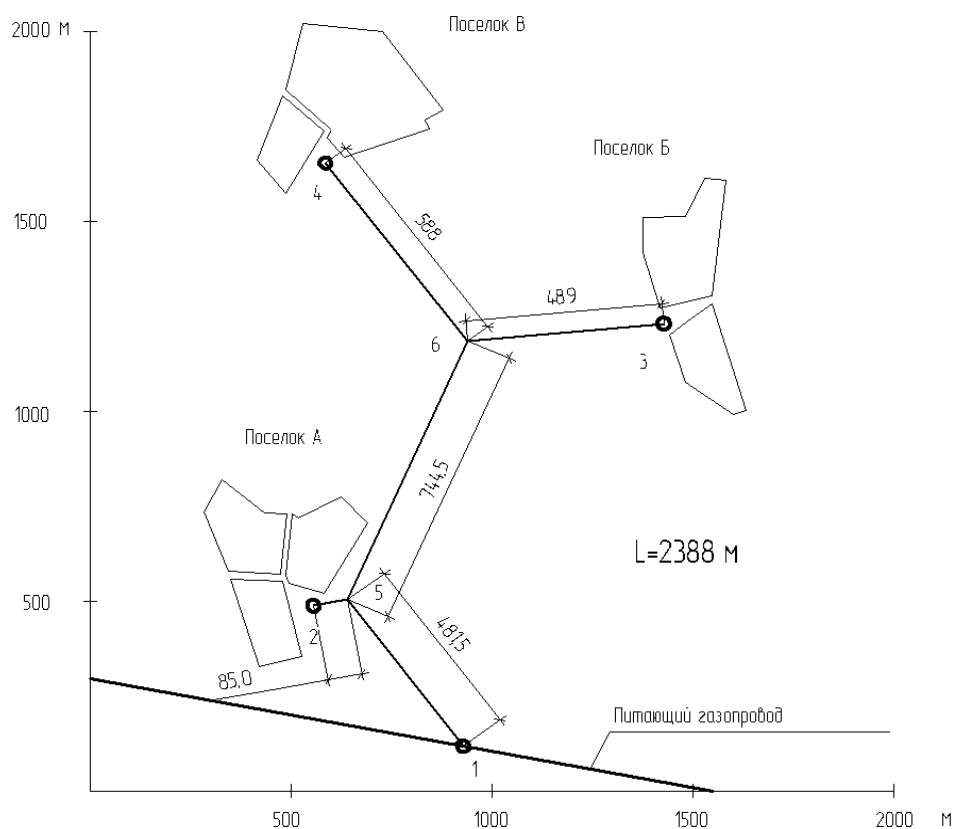


Рис.3 Построение конфигурации газораспределительной сети методом Штейнера

Сварка стальных труб - электродуговая. Сварка полиэтиленовых труб - встык нагретым инструментом. Кроме того, затраты считались только по строительству линейной части, не принимая в расчёт работы по проведению врезки в существующий газопровод и по подсоединению к потребителю.

Для примера взяли 3 ближайших коттеджных поселка. Обозначили их как поселок А, поселок Б, поселок В.

Выполнили трассировку методом наименьших квадратов рис. 1.

Общая протяженность трассы получилось – 2544 м.

Далее выполнили трассировку методом Примы, получили протяженность – 2476 м, то есть на 68 м меньше предыдущего метода рис. 2.

Последняя трассировка разработана методом Штейнера получили протяженность – 2388 м, то есть на 88 м меньше метода Примы и на 156 м меньше метода наименьших квадратов рис.3.

Стоимость метра прокладки газопровода получили 2010 рублей, если при протяженности трассы 2,5 км, нам удастся с помощью этих методов уменьшить протяженность на 100-150, то экономим 201000-301500 рублей.

Для наглядности сравнения стоимости работ выбраны диаметры полиэтиленового газопровода из ПЭ100 SDR 13,6-6 АТМ Дпз: 63 мм, 110 мм, 160 мм (наибольший из регламентируемых Изменением №3 к ГОСТ Р 50838), соответственно такие же диаметр стального газопровода Дст: 63 мм, 110 мм, 160 мм.

Стоимость работ и затрат к уровню цен по состоянию на II квартал 2016 года.

Средняя протяженность трассы – 2469 м.

Стоимость прокладки для стального газопровода – 4962690 руб.

Стоимость прокладки для ПЭ газопровода – 1128333 руб.

Разница – 3834357 руб.

Прокладка 1 метра стального газопровода – 2 010 руб.

Прокладка 1 метра ПЭ газопровода – 457 руб.

Разница – 1553 руб.

Нами получен альтернативный метод оптимизации трассировки газораспределительной сети; выявлены факторы, влияющие на конфигурацию оптимальной газораспределительной сети. Такими факторами являются: используемый материал труб, объемы потребления газа абонентами сети, количество ступеней регулирования по давлению газа, месторасположение потребителей и условия их подключения к источнику газоснабжения.

Литература

1. Бадагуев Б.Т. Газовое хозяйство. М.: Альфа-Пресс, 2013. – 232 с.
2. Бузырев В.В. Экономика строительства. Санкт-Петербург: Лидер, 2009. – 410 с.
3. Гольянов А.И. Газовые сети и газохранилища. Уфа: МНГ, 2004. – 303 с.
4. Домокеев А.Г. Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 1989. – 496 с.
5. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. – 489 с.
6. Нехаев Г.А. Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления. М.: Изд-во АСВ, 2005, – 216 с.
7. Сватков А.М., Тройненко Н.Ю., Жуков А.Д. Современные строительные материалы. – М.: НТС "Стройинформ", 2007. – 704 с.
8. Чернов М.М. Изделия и материалы для индивидуального строительства. – М.: Стройиздат, 1990. – 448 с.
9. Шурайц А.Л. Каргин В. Ю., Вольнов Ю. Н. Газопроводы из полимерных материалов. Саратов: Волга - XXI век, 2007. – 612 с.
10. Яковлев Р.Н. Новые методы строительства. – М.: Аделант, 2009. – 480 с.

References

1. Badaguev B.T. Gazovoe hozjajstvo. M.: Al'fa-Press, 2013. – 232 s.
2. Buzyrev V.V. Jekonomika stroitel'stva. Sankt-Peterburg: Lider, 2009. – 410 s.
3. Gol'janov A.I. Gazovye seti i gazohranilishha. Ufa: MNG, 2004. – 303 s.
4. Domokeev A.G. Stroitel'nye materialy. – M.: Vysshaja shkola, 1989. – 496 s.
5. Ionin A.A. Gazosnabzhenie. M.: Strojizdat, 1989. – 489 s.
6. Nehaev G.A. Proektirovanie i raschet stal'nyh cilindricheskikh rezervuarov i gazgol'derov nizkogo davlenija. M.: Izd-vo ASV, 2005, – 216 s.
7. Svatkov A.M., Trojnenko N.Ju., Zhukov A.D. Sovremennye stroitel'nye materialy. – M.: NTS "Strojinform", 2007. – 704 s.
8. Chernov M.M. Izdelija i materialy dlja individual'nogo stroitel'stva. – M.: Strojizdat, 1990. – 448 s.
9. Shurajc A.L. Kargin V. Ju., Vol'nov Ju. N. Gazoprovody iz polimernyh materialov. Saratov: Volga - XXI vek, 2007. – 612 s.
10. Jakovlev R.N. Novye metody stroitel'stva. – M.: Adelant, 2009. – 480 s.