

УДК 621.643.02

**Дурраев Мырат Худайрамович,**

магистрант,

Майкопский государственный технологический университет,

г. Майкоп;

**Меретуков Мурат Айдамирович,**

доцент кафедры нефтегазового дела и энергетики,

Майкопский государственный технологический университет,

г. Майкоп

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** В статье произведен анализ методов выбора схем газораспределительных систем с целью их оптимизации по критерию снижения стоимости материалов и эксплуатационных затрат. Выявлены особенности применения каждого метода, отмечены достоинства и недостатки. Поставлена задача разработки методики определения оптимальной трассировки газопроводов и выбора положения и количества ГРП.

**Ключевые слова:** газораспределительная система, трасса газопровода, газорегуляторный пункт, оптимизация расходов.

Стоимость строительства газораспределительных сетей зависит от множества таких параметров, как: стоимость трубопровода, тип разрабатываемого грунта, ширина и глубина траншеи, материал трубопроводов и т. д. Наиболее ярко зависимость капитальных затрат на строительство сети прослеживается от ее диаметра. Для городских газопроводов толщина стенки трубы всегда бывает больше величины, необходимой по условию прочности, поэтому стоимость городских газопроводов практически не зависит от давления газа. Стоимость земляных работ в меньшей степени зависит от диаметра труб, чем стоимость газопровода, а глубина его укладки вообще очень слабо зависит от диаметра [6, с. 216].

## Приоритетные направления современной науки и образования: актуальные вопросы и достижения

Для определения зависимости стоимости газопровода от диаметра труб составляют сметы на строительство газопроводов разных диаметров при различных условиях прокладки. Эксплуатационные издержки для городских систем газоснабжения складываются из следующих основных частей: 1) амортизационных отчислений, включая расходы на капитальный ремонт; 2) расходов на текущий ремонт и обслуживание. Амортизационные отчисления, расходы на текущий ремонт и обслуживание определяют как долю от капиталовложений. Расходы по текущему ремонту и обслуживанию городских газовых сетей в основном зависят от протяженности газопроводов и в незначительной степени от их диаметра [6, с. 216].

ГРП (газорегуляторный пункт) - комплекс технологического оборудования и устройств, предназначенный для понижения входного давления газа до заданного уровня и поддержания его на выходе постоянным независимо от расхода газа.

Число ГРП для питания газом сетей низкого давления значительно влияет на размер капиталовложений на газификацию города. При увеличении числа ГРП уменьшаются расчетные диаметры газопроводов низкого давления и в связи с этим уменьшаются металлоложения и стоимость сетей низкого давления. Одновременно с ростом числа ГРП повышается стоимость самих ГРП, а также сети среднего или высокого давления, которая питает эти пункты, так как увеличивается ее протяженность. Оптимальное число ГРП соответствует минимуму суммарных капиталовложений и эксплуатационных расходов в систему газоснабжения, т. е. минимуму приведенных затрат [6, с. 217].

В работах П. М. Гофмана-Захарова [1, с. 22], С. А. Маркова [4, с. 89], А. А. Ионина [2, с. 114] для выбора оптимального числа ГРП предлагается расчетно-аналитический метод. В основу этого метода заложена теоретическая модель газовой сети с правильными квадратными кварталами одинакового размера, с равномерной плотностью газопотребления на всех участках газопроводов. П. М. Гофман-Захаров рекомендует определять оптимальное число ГРП по радиусу их действия в зависимости от удельной нагрузки в сетях низкого давления. Для схематической симметричной газовой сети можно допустить некоторой по-

**Приоритетные направления современной науки и образования:  
актуальные вопросы и достижения**

грешностью, что между средним расходом газа и диаметром сети низкого давления существует следующая связь:

$$d_{\text{ср}} = \left( \frac{2,32 Q_{\text{ср}}^{1,75} R}{\Delta p_{\text{доп}}} \right)^{1/4,75}$$

В дальнейшем расчет ведется по минимуму суммарной стоимости строительства ГРП и газопроводов:

$$K_{\Sigma} = \frac{K_{\text{ГРП}} e}{R_2} + (c + b d_{\text{ср}}) L = \min,$$

где  $K_{\text{ГРП}}$  - стоимость строительства всех ГРП, тыс.руб.,  $(c + b d_{\text{ср}})$  - стоимость сооружения 1 м. газопровода с укладкой.

Недостатком данного метода оптимального числа ГРП на газовых сетях низкого давления, является то, что не учитываются изменения средней длины участка сети низкого давления, которая практически изменяется в немалом диапазоне (приблизительно от 50 до 150–300 м), а также средней стоимости участков газопроводов среднего или высокого давления, подводящих газ к ГРП.

В 1957 г. В. М. Калиной [4, с. 73] был предложен способ расчета оптимального числа ГРП по оптимальной нагрузке на один ГРП, позволяющий определить также конструкцию ГРП и стоимость строительства:

$$R_{\text{опт}} = 49,2 \sqrt{K_{\text{ГРП}} \Delta p^{0,21} l_{\text{ср}}^{0,82} / (B q^{0,37})},$$

Где  $R_{\text{опт}}$  - искомый экономический радиус действия ГРП, м.;

$K_{\text{ГРП}}$  - стоимость строительства ГРП с учетом подводящего газопровода, тыс. руб.;

$B$  – разница стоимости сооружения газопроводов диаметром 200 и 100 мм. на 1 км., тыс. руб.;

$\Delta p$  – принятый расчетный перепад давления, мм. вод. ст.;

$q$  – удельный расход газа на 1 м газопровода, м<sup>3</sup>/ч;

**Приоритетные направления современной науки и образования:  
актуальные вопросы и достижения**

$l_{ср}$  — средняя длина участка сети, м, определяемая путем деления общей длины газопроводов на числоучастков.

Для определения оптимальной нагрузки  $Q_{опт}$  на один ГРП формула имеет вид:

$$Q_{опт} = 4R_{опт}^2/l_{ср}.$$

Данный способ приемлем для идеализированной схемы, где ГРП размещают в шахматном порядке, а ответвления от ГРП-правильными рядами.

Вывод: из изложенного видно, что расчетно-аналитический метод позволяет выбрать оптимальное число ГРП безвариантных гидравлических расчетов сетей. Трудоемкость расчета при этом минимальная. Но, с другой стороны, расчетно-аналитический метод в силу целого ряда положенных в его основу допущений и упрощений может давать значительные погрешности. Во всяком случае этот метод совершенно не учитывает ни местных особенностей каждого города (его планировки), ни особенностей распределения нагрузок газопотребления в каждом конкретном случае, неговоря уже о существующей погрешности исходной информации в стадии проектного решения [6, с. 217].

А. М. Левин [3, с. 99] и В. А. Смирнов [5, с. 126] для определения оптимального числа ГРП на газовых сетях низкогодавления применяют метод предварительного расчета одного варианта газопровода. В отличие от ранее описанных способов, при использовании метода предварительного расчета, во-первых, средний расход газа при любом радиусе действия определяется через заранее подсчитанный средний расход  $Q_0$  при произвольно выбранном радиусе действия  $R_0$  и, во-вторых, металлоложения в газопроводы также рассчитываются через известное  $N_0$  для радиуса действия ГРП  $R$ .

В работе А. М. Левина оптимальное число ГРП определяется по минимуму суммарных капиталовложений в газопроводы и ГРП:

$$n_{опт} = 0.37 \left( \frac{N_0 r}{K_{ГРП}} \right)^{0.78}.$$

## Приоритетные направления современной науки и образования: актуальные вопросы и достижения

где  $N_0 = N_1 n_1^{0,28}$  (здесь  $N_1$  - металлозатраты в газопроводы низкого давления,  $n_1$  - условная стоимость единицы массы металла).

Разработанный А. М. Левиным метод определения оптимального числа ГРП с предварительным расчетом одноварианта газовой сети позволяет в какой-то мере учесть местные особенности схемы газоснабжения города (так как требует предварительного просчета газовой сети при некотором числе ГРП, равном  $n_1$ ), конфигурацию и планировку жилых кварталов, характер распределения нагрузок и т. п. Однако, в данном способе не учитываются годовые эксплуатационные расходы на обслуживание ГРП и сети, а также стоимость строительства газопроводов среднего или высокого давления, подводящего газ к ГРП.

Все описанные методы определения оптимального числа ГРП на газовых сетях низкого давления игнорируют фактически существующую погрешность исходной информации, которая вносит существенные поправки в принимаемые решения. Вследствие этого приведенные детерминированные расчеты являются мнимо точными [6, с. 218].

Таким образом, задача оптимизации газовых сетей сводится к оптимальной трассировке газопроводов и выбору оптимального положения и количества ГРП. Необходимо разработать инженерную методику выбора количества и расположения сетевых ГРП, лишенную выше перечисленных недостатков.

### Список литературы:

1. Гофман - Захаров, П. М. О технико-экономических предпосылках построения городских газоразводящих систем низкого давления / П. М. Гофман - Захаров // Газовая промышленность. – 1956. – № II. – С. 22–24. – Текст : непосредственный.
2. Ионин, А. А. Газоснабжение / А.А.Ионин. – М. : Стройиздат, 1981. – 414 с. — Текст : непосредственный.
3. Левин, А. М. Определение оптимального количества газорегуляторных пунктов на газовых сетях низкого давления / А. М. Левин // Новое в эксплуатации и проектировании газового хозяйства городов : сб. науч. ст. — Киев, 1956. — С. 99–109. — Текст : непосредственный.
4. Ляуконис, А. Ю. Оптимизация городского газоснабжения / А. Ю. Ляуконис. — Ленинград : Недра, 1989. – 302 с. — Текст : непосредственный.

**Приоритетные направления современной науки и образования:  
актуальные вопросы и достижения**

5. Смирнов, В. А. Техничко-экономическое обоснование схем газоснабжения / В. А. Смирнов. – Москва : Стройиздат, 1964. – 187 с. — Текст : непосредственный.
6. Солодков, С. А. Оптимизация схем газораспределительных систем / С. А. Солодков, С. А. Корнев // Молодой ученый. — 2015. — № 24. — С. 216-218. — Текст : непосредственный.