

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых
г. Владимир
Магистрант Байкова Е.О.*

Аннотация: в статье рассматривается вопрос теоретических основ расчета оптимальных эксплуатационных параметров распределительных систем газоснабжения потребителей на базе природного газа. Приводятся рекомендации по определению оптимальных потерь давления газа по участкам газовой сети, обеспечивающие экономию материальных и денежных ресурсов.

Ключевые слова: природный газ, распределительная система, оптимальные параметры, потери давления газа

*Baykova Ekaterina Olegovna
Master student of the Vladimir State
University named after Alexander Grigorievich
and Nikolai Grigorievich Stoletov,
Vladimir*

DEVELOPMENT OF GAS SUPPLY DISTRIBUTIVE SYSTEMS

Resume: The article describes scientific aspects relating the development of theoretical framework for calculating optimum operational parameters of consumer gas distribution systems operating natural gas. The authors provide guidelines for determination of optimum gas pressure losses across the gas networks which ensure

conservation of material and financial resources.

Key words: natural gas, distribution system, optimal parameters, gas pressure loss

В настоящее время природным газом пользуется около 90 млн. жителей России. Несмотря на широкие масштабы газификации страны, уровень газоснабжения сельского населения не отвечает современным требованиям и потенциальным возможностям Единой системы газоснабжения. В этой связи стратегическая задача, поставленная Президентом РФ и закреплённая Федеральным законом № 122-ФЗ по газоснабжению Российской Федерации, предусматривающая широкую газификацию сельских поселков на базе сетевого природного газа, является приоритетным направлением развития газовой промышленности в целом и ее газораспределительной отрасли, в частности.

Вопросам оптимального функционирования поселковых систем газоснабжения посвящено большое количество научных публикаций. Одна из важных научно-технических задач, решаемых при проектировании распределительных систем газоснабжения, – обоснование оптимального перепада давления в распределительных газопроводах – требует проведения технико-экономических исследований.

В условиях системного анализа особую актуальность приобретает разработка обобщенной математической модели, связывающей эффективность использования газа и режимы его давления.

Отсюда следует, что располагаемый перепад давлений в газовой сети изменяется более чем в 5 раз в зависимости от номинального давления газа перед приборами и режимов давления газорегуляторной установки. Следует отметить также, что расчетные потери давлений для распределительных газопроводов низкого давления даже при установке газоиспользующих приборов и оборудования с пониженным номинальным давлением намного меньше установленных нормативным документом СП.

По этой причине современные правила проектирования газораспределительных систем из условия приводят к нарушению требований ГОСТа в части поддержания минимально возможной величины давления газа перед газоиспользующими приборами. В результате понижается коэффициент полезного действия бытовых газовых приборов и возникает риск нарушения их устойчивой работы.

Гидравлический расчет газопроводов из условия полного использования располагаемого перепада давлений обуславливает минимум затрат в сооружение и эксплуатацию газовой сети. Вместе с тем наличие указанного перепада давлений в распределительных газопроводах обуславливает пониженное давление газа перед газоиспользующими установками. Как следствие, снижается КПД газовых аппаратов, повышаются расход и стоимость потребляемого топлива.

В качестве целевой функции задачи используются приведенные затраты в систему газоснабжения по комплексу: распределительный газопровод – газовый

прибор:

$$Z = Z_{ГС} [d(\Delta P)] + \Delta T \{ \eta_{Г} [P_{Г}(\Delta P)] \} = \min ,$$

где Z - затраты в систему газоснабжения, $Z_{ГС}$ - затраты в газовую сеть, руб./год, ΔT - прирост годовой стоимости расходуемого топлива за счет снижения КПД газоиспользующих установок, руб./год.

На рис. 1 представлен качественный график зависимости КПД газоиспользующей установки от давления газа перед прибором.

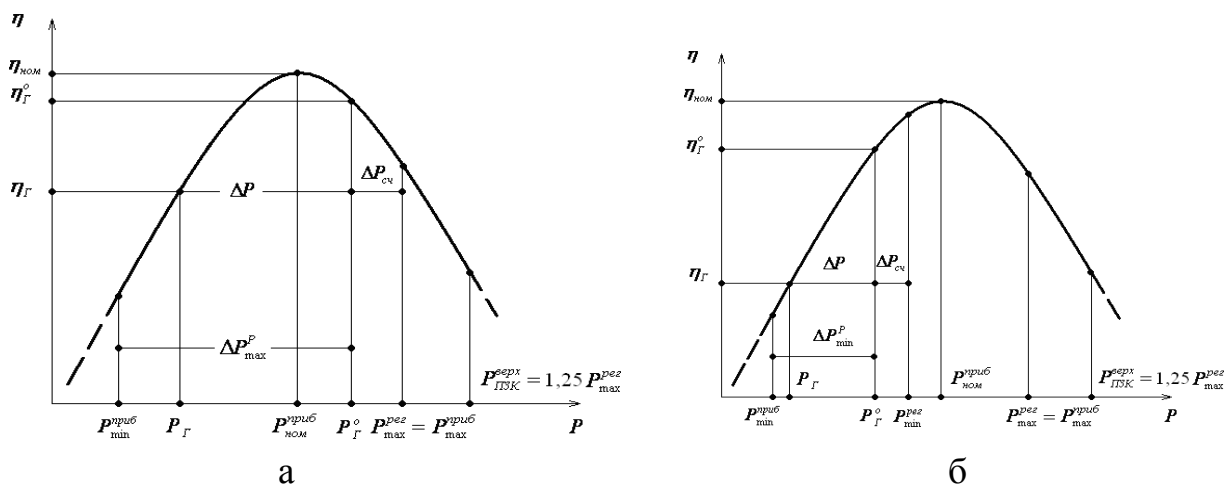


Рис. 1. Зависимость КПД газоиспользующей установки от давления газа перед прибором.

Согласно результатам исследований, экспериментальная зависимость относительного КПД газоиспользующей установки от относительного давления газа перед прибором аппроксимируется следующим выражением:

$$\eta_{отн} = -0,514P_{отн}^6 + 2,355P_{отн}^5 - 3,066P_{отн}^4 - 0,765P_{отн}^3 + 4,423P_{отн}^2 - 2,992P_{отн} + 1,553,$$

где $P_{отн}^о = \frac{P_{Г}^о}{P_{приб}^о}$; $P_{отн}^Г = \frac{P_{Г}}{P_{приб}^о}$; $\eta_{отн}^о = \frac{\eta_{Г}^о}{\eta_{ном}}$; $\eta_{отн}^Г = \frac{\eta_{Г}}{\eta_{ном}}$.

В целях численной реализации экономико-математической модели были проведены соответствующие расчеты. В качестве объекта газоснабжения принята отопительная котельная, оборудованная чугунными секционными котлами. Снабжение котельной газом осуществляется от шкафной газорегуляторной установки с минимальной величиной регулируемого давления

Котлы эксплуатируются при постоянном расходе газа, близком к номинальной величине. Изменение теплопроизводительности котельной в зависимости от температуры наружного воздуха обеспечивается путем автоматического включения (выключения) котлов по температурному графику тепловой сети.

В расчетах использовались следующие исходные данные и предпосылки:

1. Расчетная теплопроизводительность котельной $Q = 500$ МДж/ч.
2. Номинальное давление газа перед котлами $P_{\text{приб}} = 1300$ Па.
3. КПД отопительных котлов при работе на номинальном режиме (86%).
4. Годовое число часов использования максимума тепловой нагрузки (2500 ч/год)
5. Длина распределительного газопровода (60 м).
6. Прокладка газопровода – подземная из стальных труб.
7. Удельная стоимость газа (10,0 руб./м³).

Результаты соответствующих расчетов представлены на графике (рис. 2).

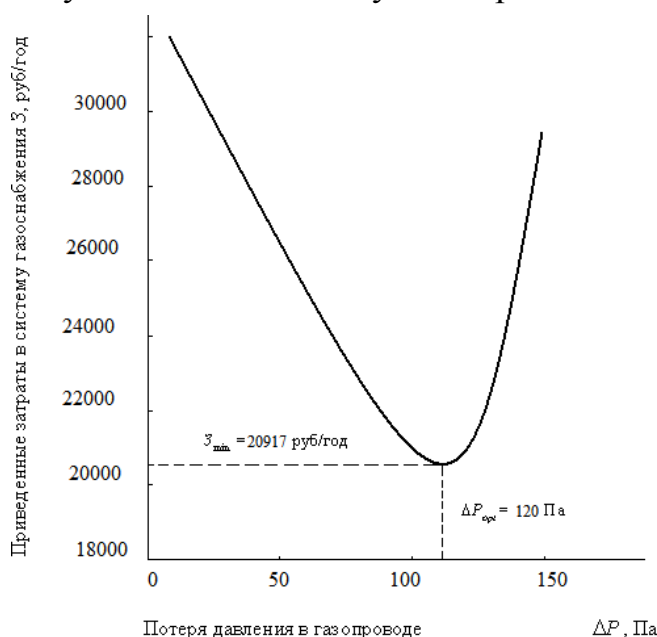


Рис. 2. Зависимость приведенных затрат в систему газоснабжения от потери давления в газопроводе

Как следует из рис. 2, минимальному значению приведенных затрат в проектируемую систему соответствует значение потери давления, являющееся оптимальным. Полученная величина в 5 раз меньше предельно допустимого значения расчетного перепада давления, установленного во второй главе (596 Па).

Анализ полученных результатов показывает, что оптимизация потерь давления в уличных газовых сетях позволяет получить значительную экономию годовых приведенных затрат в сооружение и эксплуатацию проектируемой газораспределительной системы. Например, при расчетном перепаде давления (596 Па), по рис. 2 имеем снижением затрат с $Z = 29733$ руб./год до 20917 руб./год или на 42,2 % в относительном выражении.

Еще одним положительным результатом оптимизации потерь давления в газораспределительных сетях является повышение величины давления газа перед теплогенераторами и, как следствие, повышение общей эффективности

использования газового топлива.

Приведенная модель применима не только для транзитного газопровода, но также с некоторым допущением (в сторону завышения диаметра газопроводов) и к разветвленной системе распределительных газопроводов.

Выводы

1. Анализ современного состояния газораспределительной отрасли Российской Федерации показывает, что наиболее приоритетным направлением ее развития на ближайшую перспективу является широкая газификация сельской местности на базе сетевого природного газа.
2. Ретроспективный анализ развития распределительных систем газоснабжения сельских поселков вскрывает тенденцию к снижению степени их централизации путем широкого внедрения шкафных газорегуляторных установок и одноступенчатых систем газоснабжения, оборудованных домовыми регуляторами давления.
3. Как показывают расчеты, несмотря на многообразие и широкий диапазон изменения исходных параметров, определяющее влияние на величину оптимальной потери давления оказывают тип газоснабжаемого здания и характер его газового оборудования. В качестве обобщенных значений для проектной практики рекомендуется принимать 250 – 300 Па (жилые усадебные здания).

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р. М., 2009. 144 с.
2. Медведева О.Н. Техничко-экономическая оптимизация перепадов давления тупиковых газовых сетей / О.Н. Медведева, Е.В. Обидина // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газознергоснабжения: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2008. С. 78-85.
3. Медведева О.Н. Обоснование расчетного перепада давлений в распределительных газопроводах / О.Н. Медведева // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4 (29). С. 109-114.
4. Медведева О.Н. К вопросу оптимизации расчетных перепадов давления между участками газовой сети / О.Н. Медведева, Б.Н. Курицын // Газ: специализированный журнал. Саратов: Газ- Медиа, 2006. № 2. С. 26-28.
5. Медведева О.Н. Выбор оптимальной потери давления в поселковых системах газоснабжения/ О.Н. Медведева, А.А. Иванов // Актуальные проблемы современного строительства: материалы 63 Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. СПб.: СПбГАСУ, 2010. С. 75-78.
6. СТО 03321549-005. Выбор параметров систем газоснабжения сельских населенных пунктов на базе природного и сжиженного углеводородного газов. Саратов: Гипрониигаз, 2010. 17 с.
7. Медведева О.Н. Исследование тепловой эффективности водогрейных аппаратов, работающих на газовом топливе / О.Н. Медведева, Б.Н. Курицын, А.А.

Иванов // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Сер. Строительство и архитектура. Вып. 8. № 16. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2009. С. 54-57.