

УДК 622.691.4  
ББК 39.76  
К 78

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом  
Северного (Арктического) федерального университета  
имени М.В. Ломоносова

*Рецензенты:*

**Губайдуллин М.Г.**, доктор геолого-минералогических наук, профессор;  
**Верещагин М.А.**, заместитель главного инженера ООО «Газпром газораспределение – Архангельск»

**Крайнева, О.В.**  
К 78 Эксплуатация газораспределительных сетей: учебное пособие  
/ О.В. Крайнева, А.В. Калашников; Сев. (Арктич.) федер. ун-т  
им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2022. – 90 с.  
ISBN 978-5-261-01618-2

Приведены основные сведения о системе газораспределения. Описано устройство газораспределительных станций и сетей. Изложены основные работы в период эксплуатации распределительных газопроводов. Рассмотрены вопросы обеспечения промышленной безопасности и воздействия сетей газораспределения на природную среду. Представлен пример расчета газораспределительной сети низкого давления.

Расчитано на студентов высших учебных заведений нефтегазового направления, обучающихся по профилю «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов их переработки».

УДК 622.691.4  
ББК 39.76

ISBN 978-5-261-01618-2

© Крайнева О.В., Калашников А.В., 2022  
© Северный (Арктический) федеральный  
университет им. М.В. Ломоносова, 2022

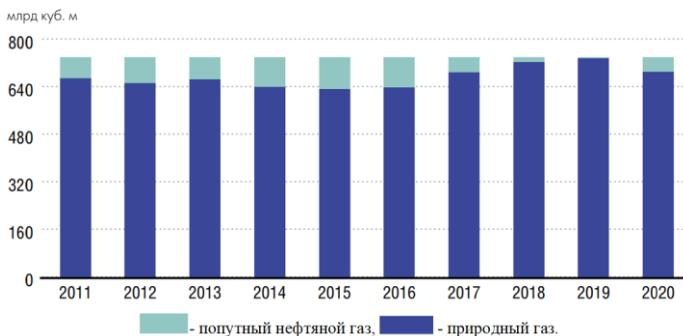
## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире уровень экономического развития государства можно оценить, проанализировав объёмы потребления этой страной энергетических ресурсов. На сегодняшний день, пожалуй, самым перспективным энергоносителем можно считать газ, среди основных его преимуществ – высокая экологичность, особенно если сравнивать газ с ядерной энергией, в процессе добычи которой производится большое количество радиоактивных отходов. Кроме того, добыча газа в несколько раз дешевле добычи угля при сопоставимом количестве высвобождаемой энергии.

Природный газ нашёл широкое применение в качестве источника энергии для электростанций и ТЭЦ, в качестве источника отопления в жилом секторе, а также в качестве топлива для автомобилей, судов, котельных и прочего технического оборудования.

Лидирующую позицию в мире по добыче и экспорту газа занимает США. Лидерство США во многом обеспечила добыча сланцевого газа, который добывается из газоносных осадочных пород. Запасы отдельно взятых сланцевых газовых коллекторов довольно невелики, но в совокупности их достаточно для организации промышленной добычи. Сланцевые залежи встречаются на всех континентах, однако себестоимость добычи сланцевого газа выше, чем у традиционного природного газа, поэтому добычу сланцевого газа производят наиболее экономически развитые страны.

Для России газовая промышленность также занимает одну из главенствующих позиций в экономике страны, во многом это продиктовано тем, что на территории нашего государства сосредоточено наибольшее количество разведанных запасов природного газа. В 2020 году было добыто 692,9 млрд м<sup>3</sup> (см. рисунок) и произведено 30,5 млн т СПГ (сжиженного природного газа).



### Добыча природного и попутного нефтяного газа в России

Компания АО «Газпром газораспределение», занимающаяся распределением газа, включает распределительную сеть протяженностью 760,3 тыс. км. Технологический комплекс газораспределительной системы позволяет обеспечить природным газом население (26,5 млн квартир и частных домовладений), промышленность (31,1 тыс. объектов), коммунально-бытовой сектор (324,8 тыс. объектов), сельское хозяйство (8,7 тыс. объектов). Общий объем транспортируемого газа за 2019 год составил 220,8 млрд м<sup>3</sup>.

В настоящее время на территории нашей страны добычу природного и попутного нефтяного газа осуществляют 260 добывающих предприятий. От мест добычи газ транспортируется преимущественно по трубопроводам, затем через газопроводы-отводы в газораспределительные станции. Протяженность магистральных газопроводов и газопроводов-отводов крупнейшей газотранспортной компании «Газпром» на конец 2020 года составила 176,8 тыс. км. После газораспределительных станций по распределительным газопроводам газ поступает крупным, средним и малым потребителям. В данном пособии рассмотрены газораспределительные системы, обеспечение их безопасной и эффективной эксплуатации, а также приведен пример расчета сети низкого давления, что может быть полезно будущим специалистам при газификации новых районов.

# 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗА

## 1.1. Единая система газоснабжения

Для доставки газа конечным потребителям недостаточно только газопроводов. Для того чтобы газ загорелся голубым пламенем на газовой плите, он должен пройти длинный путь от газового месторождения, через системы сбора, очистки и подготовки газа, далее по магистральным газопроводам поступить в сеть распределительных (рис. 1), а затем пройти по внутридомовым газопроводам к малым и крупным потребителям.



11,8 МПа – достигаемый уровень давления в магистральных газопроводах, проходящих посуше

до 1,2 МПа снижается давление газа на газораспределительных станциях (ГРС) на пути к потребителю

0,003 МПа – максимальный уровень давления в жилых домах. До параметров, необходимых потребителю, давление снижается на газорегуляторных пунктах (ГРП)

**Рис. 1.** Этапы снижения давления газа

Если магистральные газопроводы – это артерии газотранспортной системы, то распределительные и внутридомовые газопроводы – ее капилляры. Рассмотрим газотранспортную структуру подробнее.

По системам сбора от газовых месторождений газ поступает на установку комплексной подготовки газа (УКПГ), затем газ компримируется на компрессорных станциях (КС) и поступает в газотранспортные системы ЕСТ (единой системы газоснабжения). В состав ЕСТ входят порядка сорока газотранспортных систем (например, «Северный коридор», «Московское кольцо», «Голубой поток», «Северо-Европейский газопровод» и др.). Основными составляющими ЕСТ являются: магистральные газопроводы (МГ), распределительные газопроводы высокого давления, газопроводы-отводы, газопроводы подключения, технологические перемычки и др. (рис. 2).



Рис. 2. Основные объекты ЕСТ

**Магистральный газопровод** – это целый комплекс производственных объектов. В состав МГ входят: непосредственно сам газопровод (линейная часть), компрессорные станции, установки дополнительной подготовки газа (например, перед морским участком), участки с лупингами, переходы через водные преграды, запорная арматура, камеры приема и пуска очистных и диагностических устройств, газораспределительные станции, газоизмерительные станции и станции охлаждения газа (рис. 3).

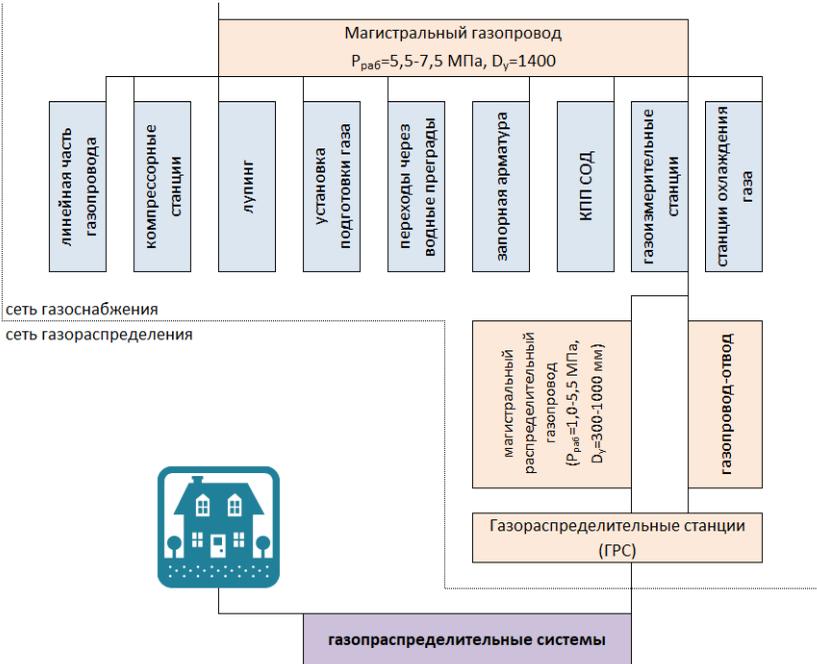


Рис. 3. Поступление газа в систему газораспределения

**Магистральный распределительный газопровод** (распределительный газопровод высокого давления) предназначен для подачи газа из магистральных газопроводов в газопроводы-отводы. Технологическая разница между магистральным газопроводом и магистральным распределительным газопроводом состоит в том, что в последнем, как правило, не происходит компримирования газа, а функция у них аналогичная – транспортировка газа. Распределительные газопроводы высокого давления эксплуатируются при давлениях от 1,0 до 5,5 МПа. В основном это бывшие (старые) магистральные газопроводы, переведенные в разряд РГ. На РГ, как правило, отсутствуют КС и диаметр труб до 1000 мм.

**Газопровод-отвод** – это газопровод, предназначенный для подачи газа от магистрального газопровода или магистрального распределительного газопровода высокого давления к газораспределительным станциям (ГРС) или конечным потребителям. В основном

это газопроводы диаметром от 100 до 500 мм, протяженность которых может достигать 100 км.

**Газораспределительная станция (ГРС)** обеспечивает понижение давления с высокого до среднего (1,2...0,3 МПа) для последующей его транспортировки до потребителей по сетям газораспределения. ГРС может иметь от одного до нескольких выходов на разное давление газа. Диаметр выходных газопроводов в основном от 80 до 300 мм. По данным на 2015 год к ЕСГ было подключено более 4000 ГРС [2].

Газораспределительная система представляет собой трубопроводные системы среднего и низкого давления (от 1,2 до 0,005 МПа), начинается от выхода с ГРС и заканчивается газовым оборудованием промышленных и коммунальных потребителей. Газораспределительная система является независимой от ЕСГ и предназначена для транспортировки и подачи газа непосредственно потребителю. Граница ответственности между ЕСГ и газораспределительными системами проходит **по выходу с ГРС**, которые относятся к объектам МГ.

Организация-собственник газораспределительной системы осуществляет эксплуатацию и развитие сетей газоснабжения. К примеру, в Архангельской области это ООО «Газпром газораспределение Архангельск», ООО «Котласгазсервис» и ООО «Вельскгазсервис». Поставка природного газа в Архангельскую область осуществляется через систему магистральных газопроводов, газопроводов-отводов, эксплуатируемых обществом с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Ухта».

## 1.2. Система газоснабжения Архангельской области

В систему газоснабжения Архангельской области входят:

- магистральные газопроводы протяженностью 1053,6 км;
- две компрессорные станции;
- газопроводы-отводы протяженностью 736,7 км;
- 15 газораспределительных станций;
- наружные газораспределительные сети протяженностью 1065,1 км;
- 85 газорегуляторных пунктов и установок [3].

На период до 2025 года в рамках Программы газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций в Архангельской области на 2021–2025 годы планируется:

- обеспечить прирост потребления природного газа на 117 млн м<sup>3</sup>;
- построить 216 км магистральных газопроводов;
- построить 46,9 км газопроводов-отводов;
- построить 4 ГРС и реконструировать 9 ГРС;
- построить 243 км межпоселковых и 40,9 км внутрипоселковых газопроводов;
- перевести 2 котельные на СПГ;
- построить 1 АГНКС и перевести 50 ед. автотранспортной техники на природный газ;
- подключить к системе газоснабжения 5000 квартир и домовладений, затратив на эти меры более 7 млрд руб. и достигнуть 30-процентного уровня газификации.

Удаленные от сетей газоснабжения районы Архангельской области планируется газифицировать сжиженным природным газом (далее – СПГ) путем создания комплекса по производству СПГ, доставки СПГ до предполагаемых потребителей автомобильным транспортом и создания на территории населенного пункта системы хранения и регазификации СПГ.

Газоснабжение жилищного фонда большинства районов и крупных городов Архангельской области обеспечивается сжиженным углеводородным газом – пропан-бутановой смесью (далее – СУГ). Крупнейшей и старейшей газоснабжающей организацией в Архангельской области является ОАО «Архангельскоблгаз».

Поставки СУГ в Архангельскую область осуществляются железнодорожным транспортом с последующей доставкой до потребителя автомобильным транспортом. Для реализации СУГ населению применяются подземные емкостные установки, групповые и индивидуальные шкафные установки.

Общая протяженность сетей СУГ составляет 418 км. СУГ газифицировано 947 населенных пунктов Архангельской области с общим количеством квартир (домовладений) более 259 тыс. единиц. Объем реализации СУГ до конечных потребителей на территории Архангельской области за 2019 год составил более 18,18 тыс. тонн.

Генеральная схема предусматривает постепенное замещение СУГ природным газом. При проектировании и строительстве многоквартирных жилых домов на цели пищеприготовления используется электроэнергия. СУГ ограниченно применяется при строительстве индивидуальных жилых домов и объектов малого предпринимательства в случае отсутствия альтернативных источников энергии. Основной задачей по направлению применения СУГ является сохранение имеющихся сетей и инфраструктуры, обеспечение существующих потребителей.

В соответствии с техническим паспортом газового хозяйства Архангельской области по состоянию на 1 января 2020 года:

- уровень газификации населения природным и сжиженным газом составил 28,06 %;
- уровень потенциальной газификации населения природным и сжиженным газом 61,92 %.

В настоящее время уровень газификации составляет 26 %, газифицировано 32 населенных пункта. Уровень газификации по России на конец 2020 года составил 71,4 % (рис. 4).



**Рис. 4.** Уровень газификации природным газом в России (по итогам года), %

Перспективное суммарное потребление природного газа Архангельской областью составляет 5,5 млрд м<sup>3</sup> в год, в том числе 3,9 млрд м<sup>3</sup> в год – потребность в природном газе восьми крупнейших промышленных потребителей (Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат, АО «ПО «Севмаш», АО «ЦС «Звездочка»,

Северодвинская ТЭЦ-1, Савинский цементный завод, заводы по производству метанола и сжиженного природного газа, Кулойская ГТ-ТЭЦ).

### 1.3. Классификация и структура газораспределительной сети

Газопроводы распределительной сети условно делятся на магистральные и распределительные. По магистральным газ передается от одного района города в другой. По распределительным – непосредственно потребителям. Газораспределительные сети на территории городов и других населенных пунктов в зависимости от максимального рабочего давления согласно СП 62.13330.2011 [4] делятся на высокого, среднего и низкого давления (рис. 5).

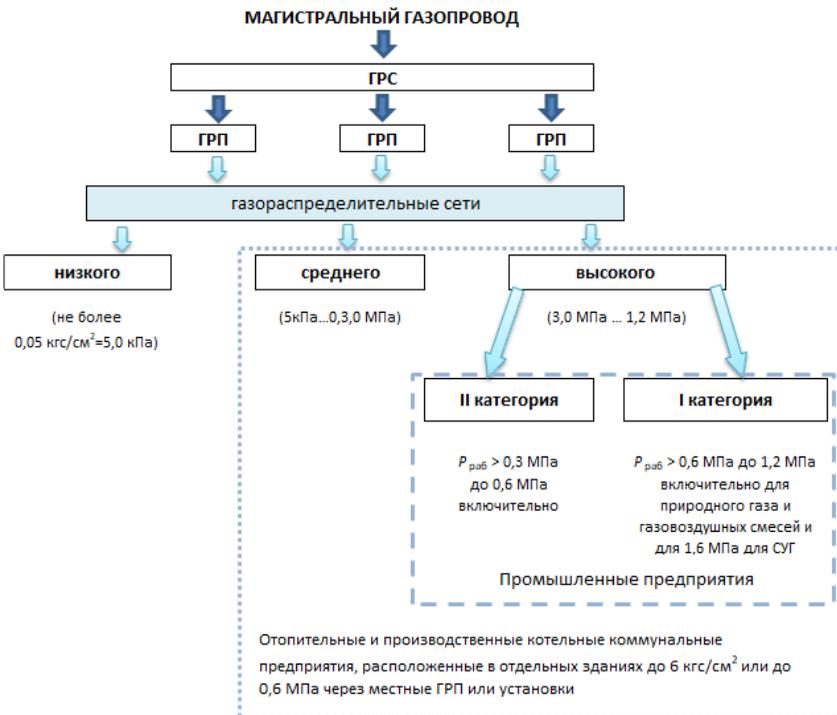
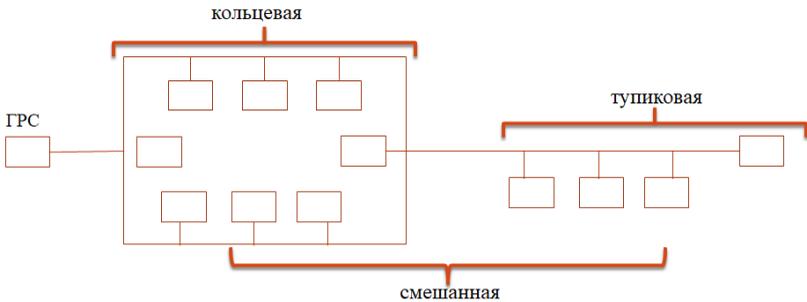


Рис. 5. Классификация ГРС

Также распределительные газопроводы можно классифицировать:

- по виду транспортируемого газа: природный газ, попутный нефтяной, искусственный, сжиженный;
- по давлению газа: высокого, низкого, среднего;
- по местоположению относительно отметки земли: подводные, наземные, подземные, надземные, надводные;
- по назначению (в системе газоснабжения): распределительные, вводные, импульсные, продувочные;
- по принципу построения (рис. 6): кольцевые, тупиковые, смешанные;
- по материалу: металлические, неметаллические.



**Рис. 6.** Классификация ГРС по схеме устройства

К газопроводам низкого давления предъявляются особые требования, которые выражаются:

- в ограничении диапазона колебаний давлений газа у потребителей. Расчет такой системы с неопределенным характером нагрузок как по времени, так и по величине представляет собой сложную задачу, поэтому в практике применяют усредненные часовые расходы;
- в различии отбора газа низкого давления различны не только по величине, но и по расстояниям между потребителями, что усложняет выполнение гидравлического расчета. В этих случаях для упрощения расчета с некоторым допущением рассматриваются схемы газопровода с непрерывным и равномерным отбором газа по

длине. При этом определяют диаметр трубы данной длины, по которой пропускают газ при располагаемых перепадах давлений ( $p_1 - p_2$ ). Пример оценочного расчета газораспределительной сети низкого давления представлен в гл. 5.

В состав газораспределительной системы входят:

- трубопроводная система;
- газораспределительные пункты;
- шкафные редуцирующие пункты и установки.

Прежде чем приступить к эксплуатации газораспределительных систем, необходимо остановиться на основных процессах, реализующих на соединительном звене систем газоснабжения и газораспределения – это газораспределительные станции.

### **Вопросы для самопроверки**

---

1. Что входит в Единую систему газоснабжения?
2. Какие основные характеристики магистрального газопровода?
3. Опишите схему поставки природного газа от добывающей скважины до газовой плиты.
4. Какое рабочее давление газа характерно для распределительных газопроводов высокого давления?
5. На основании какого документа реализуется газификация жилищно-коммунального хозяйства природным газом?

## Содержание

Введение.....	3
<b>1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗА .....</b>	<b>5</b>
1.1. Единая система газоснабжения .....	5
1.2. Система газоснабжения Архангельской области .....	8
1.3. Классификация и структура газораспределительной сети .....	11
<b>2. ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ .....</b>	<b>14</b>
2.1. Назначение и виды ГРС .....	14
2.2. Технологическая схема ГРС .....	15
2.3. Основные узлы ГРС .....	16
2.4. Основные системы ГРС .....	24
2.5. Техническое обслуживание ГРС .....	25
<b>3. ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ И УСТАНОВКИ .....</b>	<b>26</b>
<b>4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ .....</b>	<b>29</b>
4.1. Ввод газопровода в работу .....	29
4.2. Мониторинг технического состояния.....	30
4.3. Проверка охранных зон газопровода .....	33
4.4. Текущий и капитальный ремонт .....	34
4.5. Охрана труда и промышленная безопасность при эксплуатации газопровода .....	35
4.6. Пожарная безопасность .....	37
4.7. Воздействие сетей газораспределения на природную среду.....	37
<b>5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ .....</b>	<b>39</b>
<b>6. ГАЗОЗАПРАВОЧНЫЕ СТАНЦИИ .....</b>	<b>53</b>
6.1. Виды и устройство АГЗС .....	55
6.2. АГНКС .....	68
<b>ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>64</b>
Список использованных источников .....	67
Приложение 1: Примерные вопросы к промежуточной аттестации ..	69
Приложение 2: Варианты планов городов .....	70