

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ
СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Г. КИЕВА**

ПАО «Киевгаз», Украина¹

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина²*

В статье проведен анализ системы газоснабжения города Киева. Проведен анализ работы газорегулирующего оборудования системы газоснабжения. Выявлены существующие проблемы и указаны пути их решения.

Система газоснабжения любого большого города постоянно изменяется вслед за изменениями, происходящими с самим городом. Среди крупных городов Украины Киев изменяется наиболее быстрыми темпами, что вызывает и быстрые и масштабные изменения системы газоснабжения.

С точки зрения структуры и функционального назначения любую систему газоснабжения можно представить укрупненно в виде пяти относительно независимых по характеру и критериям функционирования подсистем (рис. 1):

- источники природного газа;
- сооружения по его обработке (подготовке);
- магистральные газовые сети;
- региональные распределительные сети;
- потребители газа.

Система газоснабжения Киева включает в себя все подуровни, поскольку имеет в составе оборудование и газопроводы, работающие под давлением 1,2 МПа и ниже.

Важнейшим требованием в процессе функционирования любой региональной сети газоснабжения, в том числе и Киева, является бесперебойная подача газа коммунально-бытовой группе потребителей в любых условиях, но с учетом оплаты за газ. Достижение целей управления региональной системой газоснабжения возможно с помощью варьирования структурой и параметрами газовых сетей, имеющих требуемый набор запорной арматуры, отключающих и регулирующих устройств. Таким образом, для заданного множества целей газовые сети являются объектом управления в региональных системах газоснабжения. Сеть газоснабжения представляет собой иерархическую систему многосвязанных трубопроводных сетей, соединенных между собой регуляторами (ГТРП, ГРП, ШРП). Иерархическая структура является особенностью газовых сетей и отличает их от других сетей (водопроводных, тепловых и других), принадлежащих к классу инженерных.

С точки зрения современной теории систем, газовую сеть можно представить как сложную систему взаимодействия большого количества подсистем (элементов) двух типов: регулирующих элементов и линий связи.

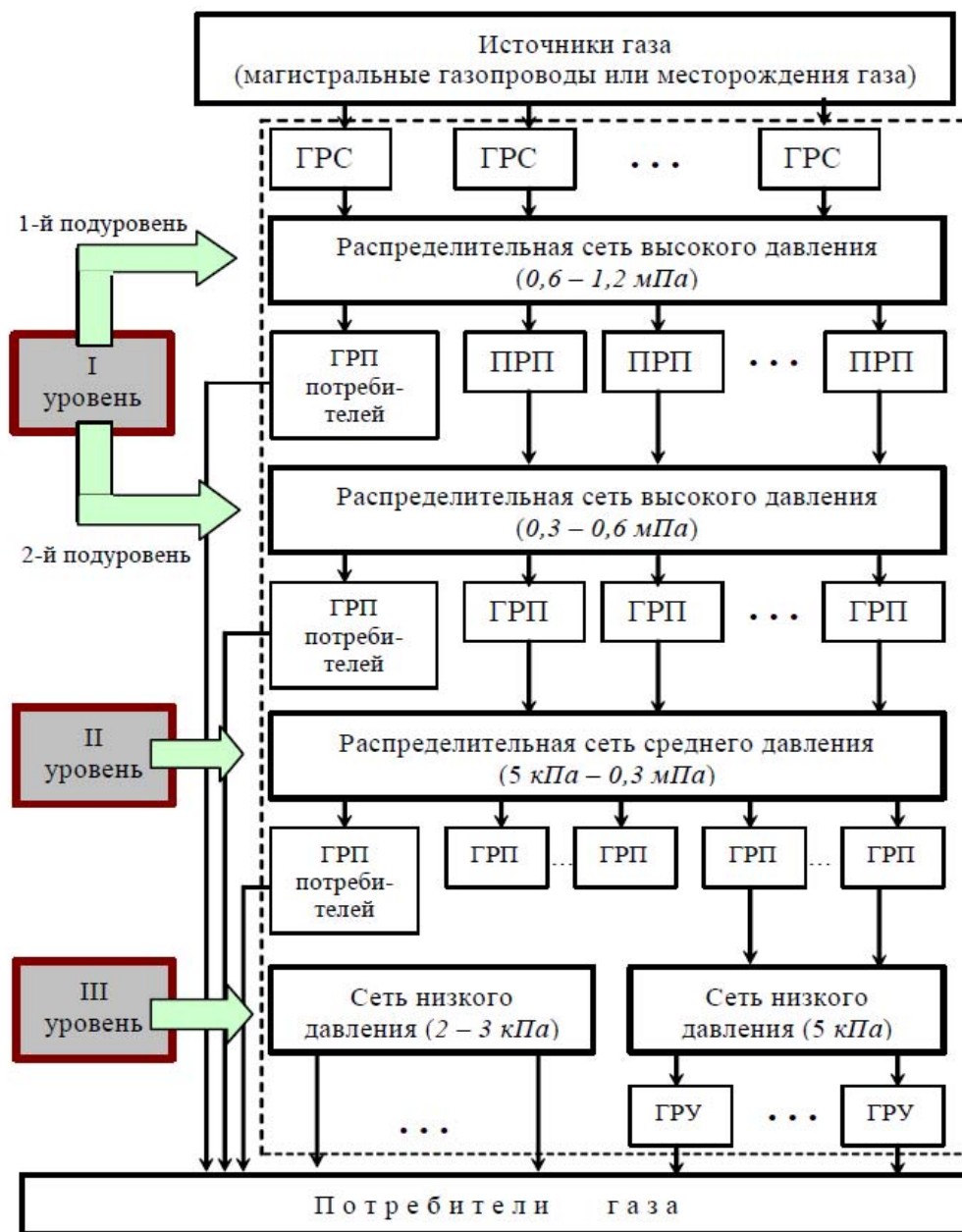


Рис. 1.
Многоуровневая система газоснабжения

Каждую подсистему газовой сети, рассматриваемую в некоторый момент времени, можем характеризовать двумя переменными величинами (расход газа и перепад давления) и рядом других параметров. В этом случае потокораспределение в сети в любой момент времени определяется значениями переменных и является следствием текущей структуры сети и параметров ее подсистем.

Таким образом, процесс развития газовой сети приводит к необходимости построения трехуровневой схемы управления потокораспределением в газовых сетях:

- **1-й уровень** – управление *развитием* сети, которое заключается в целенаправленном развитии структуры и изменении параметров сети и сводится к решению задач реконструкции;
- **2-й уровень** – *планирование* режимов транспортировки и распределения газа, которое заключается в целенаправленном отслеживании состояния системы;
- **3-й уровень** – *оперативное* управление потокораспределением.

В тоже время существуют проблемы, связанные с работой регуляторов давления, через которые осуществляется связь между уровнями. Если давление на входе регулятора больше некоторого критического, то на его выходе поддерживается постоянное давление, на которое данный регулятор настроен, то есть в нормальном режиме функционирования отдельные уровни сети оказываются развязанными и математическая модель газовой сети распадается на модели отдельных уровней. Модели уровней сводятся к известной модели установившегося потокораспределения. В режиме дефицита газа входное давление регулятора может стать ниже критического: регулятор полностью открывается и начинает работать в режиме пассивного элемента (трубопровода) со своей нагрузочной характеристикой.

Модели уровней, связанные этим регулятором, рассматривать независимо уже нельзя.

Таким образом, одной из особенностей газовых сетей является зависимость структуры модели сети от режима ее функционирования (входное давление регулятора выше критического: дуга, соответствующая регулятору, замыкается на нулевую точку, входные давления регулятора ниже критического: эта дуга замыкается на вход регулятора и образуется связь между уровнями, которую уже необходимо учитывать при выполнении соответствующей задачи). ПАО «Киевгаз» решает эти проблемы путем проведения реконструкций ГРП и ГРП, применяя многоступенчатые схемы редуцирования газа, установкой регуляторов с улучшенными техническими характеристиками- увеличением амплитуды входных- выходных параметров, точности настройки; уменьшением инертности; применением механизмов дополнительной стабилизации в командных устройствах; индивидуальной настройкой режима работы редуцирующего оборудования в критических точках.

Начиная с 2012 года ПАО «Киевгаз» произведено реконструкцию 69 ГРП, путем установки блочных установок в старые, восстановленные помещения ГРП. Блочные ГРП представляют собой готовую техническую установку, монтируемую к входному и выходному газопроводу ГРП (по фланцам). При этом сохраняется гидрозатвор (как дополнительная степень защиты). Технологически произведена замена оборудования классического однолинейного ГРП на базе регуляторов РНД200(РДС150, РДУК) на двухлинейные на базе регуляторов РДГ 80 на (рис. 2).

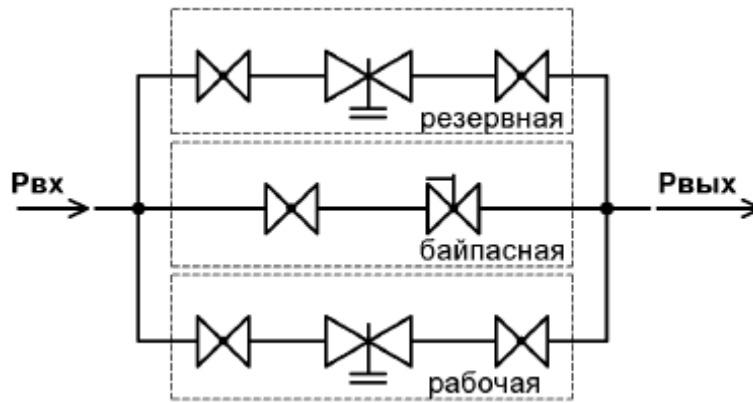


Рис. 2. Схема ГРП после реконструкции

ПАО «Киевгаз» применил в реконструированных ГГРП, ГРП, ШРП многоступенчатые схемы редуцирования газа, которые имеют 5 степеней защиты. На примере двухступенчатой схемы это 2 регулятора, имеющие увеличенную амплитуду входных-выходных параметров, повышенную точность настройки, уменьшенную инерционность. В них применяются механизмы дополнительной стабилизации в командных устройствах, индивидуальная настройкой режима работы (настройка $P_{\text{вых}}$ на линиях редуцирования с точностью от 5 до 15%), 2 ПСК, 2 ПЗК, гидрозатвор.

Известно, что чем ближе регулирующее устройство к потребителю газа, тем точнее поддерживается перед ним давление, а значит, газовое оборудование работает в паспортном режиме с лучшим КПД и меньшими вредными выбросами в атмосферу. При отсутствии возможности выполнить это условие, наиболее эффективно использование дополнительных линий редуцирования, что стабилизирует сеть (особенно актуально для комбинированных и сложных схем сетей, например как в Киеве).

Фактически структура реконструированного ГГРП (ГРП, ШРП) как раз и отличается именно включением дополнительных линий редуцирования с сохранением байпаса и гидрозатвора, установкой дополнительных ПЗК (СППК).

Эксплуатировавшиеся до настоящего времени в ГРП регуляторы астатического действия РНД200 и РДС150, принятые в эксплуатацию с 50-х годов прошлого столетия, имели технические характеристики, не отвечающие современным нормативным требованиям.

В процессе реконструкции они заменяются современными регуляторами типа РДГ80Н. При выборе нового оборудования принимались во внимание следующие факторы:

1. Импортное оборудование весьма чувствительно к влажности и чистоте газа. Газораспределительная система Киева имеет большой срок эксплуатации. В процессе эксплуатации производится множество работ: реконструкции, аварийные ремонты, врезки, из-за чего нередки случаи образования гидратов, попадающих в фильтры, импульсные газопроводы, регулирующие устройства. Приведенные факторы значительно снижают уровень чистоты газа в сетях.

2. Для импортного оборудования характерно отсутствие запасных частей – ремонт выполняется заменой блоков или узлов в сборе, а кроме того значительные затраты времени на заказы доставки необходимых узлов.
3. Необходимость специального оборудования, специалистов и материалов для ремонта.
4. Большое влияние геоэкономических факторов.
5. Высокие цены западноевропейских производителей.

Учитывая приведенные соображения, было принято решение использовать для эксплуатации в Киев регуляторы типа РДГ и запорную арматуру завода «Маршал» (г. Луганск) – КШ.11с67п1сф.

Сравнительные данные по техническим характеристикам новых и замененных ГРП приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики	Старые ГРП			Новые ГРП
	РНД200	РДС150	РДУК	РДГ80Н
Используемые регуляторы	РНД200 РДС150 РДУК			РДГ80Н
Количество степеней защиты	3			5
Пропускная способность	до 7000 м ³ /час			до 8000 м ³ /час
Динамические характеристики:	РНД200	РДС150	РДУК	РДГ80Н
зона пропорциональности, %	30-40	30	15	5-7
постоянная времени	до 15 мин	до 10 мин	90 с	15-20 с
зона нечувствительности ($\leq 2,5\%$ в пределах настройки $P_{\text{вых}}$), %	15-25	15	7,5	1,5

За последние 12 месяцев на участках с реконструированными ГРП нарушения режимов работы упали на 80% (включая аварийные, ремонтные работы, при которых временно выводилось из эксплуатации до 60% газоредуцирующих устройств в кольцевых газотранспортных сетях), а на протяжении последних 6 месяцев отклонений по режиму давления в сетях, на ГРП, а также аварийных заявок не было вообще.

Проблема реконструкции ГРП и ГРС ПАО «Киевгаз» своей целью имеет не только повышение эксплуатационной надежности оборудования, но и снижение потерь в сетях. Новое оборудование, установленное в ГРП, в принципе дает возможность объединить все систему под управлением единой

автоматизированной системы управления, что, в свою очередь, приведет к значительному снижению потерь и даст возможность снижать давление в ГРС. Это позволит снизить расход газа на привод компрессоров в магистральных сетях.

Анотація

У статті проведений аналіз системи газопостачання міста Києва. Проведений аналіз роботи газорегулюючого обладнання системи газопостачання. Виявлені існуючі проблеми і вказані шляхи їх вирішення.

Annotation

The article analyzes the gas supply system of the city of Kiev. The analysis of the gas regulating equipment of the gas supply system are given. Existing problems and their solutions are given.