

2. Онлайн программа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://propotok.com/raschet-vozduhovodov>. – Дата доступа: 07.05.2021.

3. Круг, А. В. Особенности проектирования системы кондиционирования для объекта торговли / А. В. Круг // Устойчивое развитие: региональные аспекты: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 22–23 апреля 2021 год/ Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2021. – С. 155–159.

4. Рахлей, А. С. Сравнение основных типов полотенецсушителей / А. С. Рахлей, Ю. А. Смирнова // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 21 марта 2021 год/ Под ред. В. С. Северянина, В. Г. Новосельцева – Брест : РУПЭ «Брестэнерго», 2021 – С. 77–79.

УДК [691.535:693.554]:666.193.2

*Лопачук С. А.*

*Научный руководитель: м. т. н., ст. преподаватель Сальникова С. Р.*

## **ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СЕТИ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ КВАРТАЛА МИКРОРАЙОНА С УСТАНОВКОЙ ДОМОВЫХ РЕДУКЦИОННЫХ ШКАФОВ**

В основе гидравлического расчета газопроводной сети лежит определение оптимальных диаметров газопроводов, обеспечивающих пропуск необходимых количеств газа при допустимых перепадах давления. Расчет ведется исходя из максимально возможных расходов газа в часы максимального газопотребления. При этом учитываются часовые расходы газа на нужды производственных (промышленных и сельскохозяйственных), коммунально-бытовых потребителей, а также на индивидуально-бытовые нужды населения (отопление, горячее водоснабжение).

Как правило, при гидравлическом расчете газопроводов среднего и высокого давления расчетные расходы газа потребителями принимаются в качестве сосредоточенных нагрузок, для сетей низкого давления учитывается также и равномерно распределенная нагрузка. Отличительной особенностью систем газоснабжения среднего давления с установкой газорегуляторных пунктов у каждого потребителя или небольшой группы потребителей населенного пункта является применимость к ним принципа расчета сетей с равномерно распределенными нагрузками.

К указанным газопроводам относятся следующие виды:

- 1) низкого давления;
- 2) среднего, высокого давления.

В научно-исследовательской работе производим расчёт дворовых газопроводов, который сводится к определению наиболее выгодных с технико-экономической точки зрения диаметров труб, обеспечивающих подачу заданного количества газа при принятом перепаде давления.

На генплане квартала проектируем газовые сети по тупиковой схеме. Намечаем расчетные участки от точки подключения к распределительному улично-му газопроводу среднего давления 0,3 мПа до редуционного шкафа на вводе в здание (рис. 1).

Шкафные регуляторные пункты с комбинированными регуляторами уста-

навливают на наружных стенах жилых домов и от них подают газ низкого давления до 0,005 кПа во внутридомовые газопроводы.

Сеть этой системы имеет две ступени давления: по сетям высокого давления газ передают в центральный ГРП, по сетям среднего давления газ распределяют между домовыми регуляторными пунктами. При освоении комбинированных регуляторов давления такая система представляется перспективной.

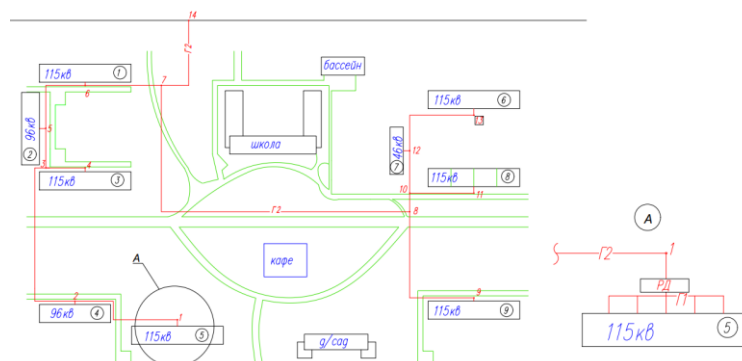


Рисунок 1 – Разводка тупиковой квартальной сети среднего давления

### Расчет тупиковой квартальной сети среднего давления 0,3 мПа

Расчётный (часовой) расход газа для дворовых газопроводов  $V_{p^d}$ , м<sup>3</sup>/ч, равен сумме номинальных расходов газа, установленных газовых приборов с расчётом коэффициента одновременности их действия:

$$V_{p^d} = (\sum n q_i K_0) / Q_{p^h}$$

где  $\sum n$  – количество газовых приборов;  $q_i$  – расход теплоты на прибор (для 4-конфорочных плит 42000 кДж/ч или 11,3 кВт);  $K_0$  – коэффициент одновременности работы (таблица 16) [1];  $Q_{p^h}$  – низшая теплота сгорания газа, кДж/м<sup>3</sup>.

Расчет сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет расходов газа квартальной сети газоснабжения

№ участка	Приборы в квартирах	Количество квартир	Коэффициент одновременности $K_0$	Расчетный расход газа $v_{p^d}$ , м <sup>3</sup> /ч
Главное направление				
1-2	115	115	0,2	27,13
2-3	211	211	0,18	44,81
3-5	326	326	0,16	61,54
5-6	422	422	0,143	71,19
6-7	537	537	0,143	90,60
7-14	928	928	0,143	156,56
3-4	115	115	0,2	27,13
Ответвление № 1				
13-12	115	115	0,2	27,13
12-10	161	161	0,196	37,23
10-8	276	276	0,17	55,36
8-7	391	391	0,146	67,35
9-8	115	115	0,2	27,13
11-10	115	115	0,2	27,13

Расчет сети среднего давления выполнен онлайн в программе <https://gidrotgv.ru/gidravlicheskiy-raschet-truboprovoda-gazoprovodov/>.

Сервис позволяет провести онлайн гидравлический расчет тупиковых систем трубопроводов (газопроводов). Расчет предназначен в основном для расчета систем газораспределения и газопотребления. При составлении расчета использовалась методика СП 42-101-2003 “Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб” РФ. Расчет также позволяет определить объем системы трубопроводов и массу вещества в системе.

Объект: Газопровод среднего давления (1–2–3–4–5).

Исходные данные:

Плотность газа – 0.758кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент, учитывающий потери – 1,1.

Коэффициент кинематической вязкости газа при нормальных условиях – 0,0000143 м<sup>2</sup>/с.

Коэффициент сжимаемости – 1.

Температура газа в рабочих условиях – 25 °С.

Молярная масса – 0,016 кг/моль.

Таблица 2 – Гидравлический расчет трубопровода (газопровода.)

№ уч.	№ н.уч.	№ кон.уч.	Q, м <sup>3</sup> /ч	L, м	Вид (материал) труб	Dвн, мм	Pн.уч.2–Pк.уч.2, МПа2	Pнач., МПа	Pкон., МПа
1	1	2	27.5	99	SDR17,6	17.7	0.0103	0,05	0,01
2	2	3	45	144	SDR17,6	22.2	0.01209	0,01	–0,09
3	3	4	61.5	31	SDR17,6	22.2	0.0045	–0,09	0
4	3	5	71.5	64	SDR17,6	35.5	0.0013	0	–0,01
5	5	6	91	59.5	SDR17,6	28.4	0.00532	–0,01	–0,04
6	6	7	156.5	64	SDR17,6	35.5	0.00519	–0,04	0

Общие данные системы трубопроводов:

– объем системы составляет 0,256 м<sup>3</sup>;

– масса газа в системе составляет 0,139 кг.

Таблица 3. Спецификация трубопроводов.

Поз.	Наименование и технические характеристики	Ед. измерения	Количество	Масса 1 ед., кг
1	полиэтиленовая труба SDR 17,6 Ø 20 × 1,1	м	99	0,07
2	полиэтиленовая труба SDR 17,6 Ø 25 × 1,4	м	175	0,11
3	полиэтиленовая труба SDR 17,6 Ø 40 × 2,3	м	128	0,27
4	полиэтиленовая труба SDR 17,6 Ø 32 × 1,8	м	59,5	0,18

Объект: Газопровод среднего давления (6–7–8–9).

Исходные данные:

Плотность газа – 0.758кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент, учитывающий потери – 1,1.

Коэффициент кинематической вязкости газа при нормальных условиях – 0.0000143 м<sup>2</sup>/с.

Коэффициент сжимаемости – 1.

Температура газа в рабочих условиях – 25 °С.

Молярная масса – 0,016 кг/моль.

Таблица 4 – Гидравлический расчет трубопровода (газопровода)

№ уч.	№ н.уч.	№ кон.уч.	Q, м3/ч	L, м	Вид (материал) труб	Двн, мм	Рн.уч.2-Рк.уч.2, МПа2	Рнач., МПа	Ркон., МПа
1	1	2	27,5	79	SDR17,6	17,7	0,00822	0,05	0,02
2	2	3	37,5	32	SDR17,6	17,7	0,00573	0,02	-0,01
3	3	4	55,5	14	SDR17,6	17,7	0,00545	-0,01	-0,04
4	4	5	67,5	293	SDR17,6	35,5	0,00538	-0,04	0
5	5	6	27	116	SDR17,6	17,7	0,01169	0	0
6	6	7	27	50	SDR17,6	17,7	0,00504	0	-0.03

Общие данные системы трубопроводов:

– объем системы составляет 0.361 м3.

– масса газа в системе составляет 0.198 кг.

Таблица 5 – Спецификация трубопроводов.

Поз.	Наименование и технические характеристики	Ед. измерения	Количество	Масса 1 ед., кг
1	полиэтиленовая труба SDR 17,6 Ø 20 × 1,1	м	291	0,07
2	полиэтиленовая труба SDR 17,6 Ø 40 × 2,3	м	293	0,27

### Экономическая эффективность систем в зависимости от модификации

Рассмотрим конкретный пример определения экономичной схемы газораспределения. Выбран жилой квартал, состоящий из домов с разным уровнем потребления газа, и две схемы газораспределения, материал труб – полиэтилен:

1) с ШРП для всего квартала и сетями низкого давления (рис. 1);

2) с индивидуальными шкафными регуляторами и сетями низкого давления.

При одинаковом расходе газа и протяженности газопроводов в соответствии с гидравлическим расчетом видим существенную разницу между диаметрами газопроводов в каждой схеме.

Для сравнения вариантов примем схему 2 как наиболее экономичную. В результате проведения сравнительного анализа стоимости строительства по каждой из схем составлена таблица 6.

Таблица 6 – Значения показателей по сравниваемым вариантам

Трубы с низким давлением (схема 1)		Стоимость м. п. без НДС	Итого, бел. руб.	Трубы со средним давлением (схема 2)		Стоимость м. п. без НДС	Итого, бел. руб.
Диаметры труб, мм	Общая длина, м			Диаметры труб, мм	Общая длина, м		
57x3,0	33	4	132	20x1,1	421	0,89	374,69
60x3,0	242	4,3	1040,6	25x1,4	268	1,12	300,16
70x3,0	176	6,2	1091,2	32x1,8	357	1,4	499,8
76x3,0	46	7,5	345	Стоимость РД (2 регулятора на дом), бел.руб.	2400*9	Σ	22774,65
83x3,0	341	8,8	3000,8				
89x3,0	60	10	600				
108x4,0	64	14	896				
Стоимость ШРП, бел. руб		25000*1	25000				
		Σ	32105,6				

## **Вывод:**

Выбор системы газоснабжения по количеству ступеней давления производится исходя из следующих соображений: чем больше давление газа в газопроводе, тем меньше его диаметр и стоимость, но зато сложнее прокладка сети, так как необходимо выдерживать большие расстояния до зданий и сооружений. С увеличением давления в системе уменьшаются диаметры трубопроводов.

## **Список цитированных источников**

1. Сальникова С. Р. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Газоснабжение» на тему «Газоснабжение района города» / С. Р. Сальникова. – Брест, 2015 – 68 с.
2. Сальникова, С. Р. Лекционный курс по газоснабжению / С. Р. Сальникова. – Брест, 2021.
3. Комина, Г. П. Гидравлический расчет и проектирование газопроводов: учебное пособие по дисциплине «Газоснабжение» для студентов специальности 270109 – теплогазоснабжение и вентиляция / Г. П. Комина, А. О. Прошутинский; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 148 с.
4. Гидравлический расчет газопроводов (трубопроводов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gidrotgv.ru/gidravlicheskiy-raschet-truboprovoda-gazoprovodov/>. – Дата доступа: 05.05.2021 г.

УДК 502.51

*Мацкович А. А., Цыгун Е. Д.*

*Научный руководитель: Кириченко Л. А.*

## **МОНИТОРИНГ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТИПИЧНЫХ ВОДОЕМОВ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БЕЛАРУСИ**

Одним из факторов, характеризующих экологическое состояние городов Беларуси, является состояние их водных объектов. Экологическое состояние городских водоемов напрямую зависит от степени антропогенной трансформации водоемов и их водосборов и характеризуется уровнем загрязнения воды.

Согласно классификации П. В. Иванова в городах Беларуси преобладают малые и очень малые водоемы с площадью водной поверхности менее 1 км<sup>2</sup> и максимальной глубиной до 9 м [1]. Эти водоемы не включены в сеть мониторинга экологического состояния водных объектов Беларуси. Поэтому исследование их экологического статуса особо актуально, так как это оказывает влияние на условия жизнедеятельности людей [2, 3].

**Целью работы** является мониторинг гидрохимических показателей типичных водоемов малых городов юго-запада Беларуси.

Объект исследования: водоемы малых городов юго-запада Беларуси с площадью водного зеркала до 1 км<sup>2</sup> разной степени антропогенного воздействия.

Для достижения поставленной цели были определены следующие *задачи*:

1. Исследовать гидрохимические показатели типичных водоемов малых населенных пунктов.
2. Провести гидроморфологические исследования городских водоемов.
3. Выявить экологическое состояние исследуемых водоемов и их основные проблемы.

В процессе работы проводились гидрохимические и гидроморфологические исследования воды водоемов малых городов.