

**Рисунок 4 – Дифференциация территории Беларуси по средним значениям максимальных количеств осадков**

**Выводы.** Выполненный анализ показал, что уменьшается максимальная суточная сумма осадков, выпадающих на территории Беларуси. На территории в пределах Новогрудка-Столбцы отмечается наибольшее количество осадков.

**Список цитированных источников**

1. Справочно-информационный портал «Погода и климат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/>. – Дата доступа: 03.06.2021.

УДК [691.535:693.554]:666.193.

**Катаржанова В. А.**

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

**ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ СИСТЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ  
КВАРТАЛА МИКРОРАЙОНА С УСТАНОВКОЙ ШКАФНОГО  
ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ПУНКТА**

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).

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 уличному газопроводу среднего давления 0,3 МПа с установкой шкафного газорегуляторного пункта (ШРП), прокладкой газопроводов низкого давления до 0,005 МПа до отключающего устройства на вводе в здание (рис. 1).

Квартальные ШРП оборудуют регуляторами малой производительности, соответствующей потребности одного квартала; устанавливают их в шкафах, поэтому ШРП имеют значительно меньшую стоимость, чем ГРП. Наружные сети представляют собой малоразветвленные тупиковые газопроводы, соединяющие отдельные здания квартала с ШРП.

В этой схеме будет рассматриваться двухступенчатая система газоснабжения, при которой осуществляется снижение давления со среднего давления 0,3 МПа до низкого давления 0,005 МПа.

Выбор схем газораспределения следует проводить в зависимости от объема, структуры и плотности газопотребления поселений (сельских и городских) и городских округов, размещения жилых зон, а также источников газоснабжения. Выбор той или иной схемы сетей газораспределения в проектной документации должен быть обоснован экономически и обеспечен необходимой степенью безопасности.

### Расчет квартальной тупиковой системы газоснабжения низкого давления

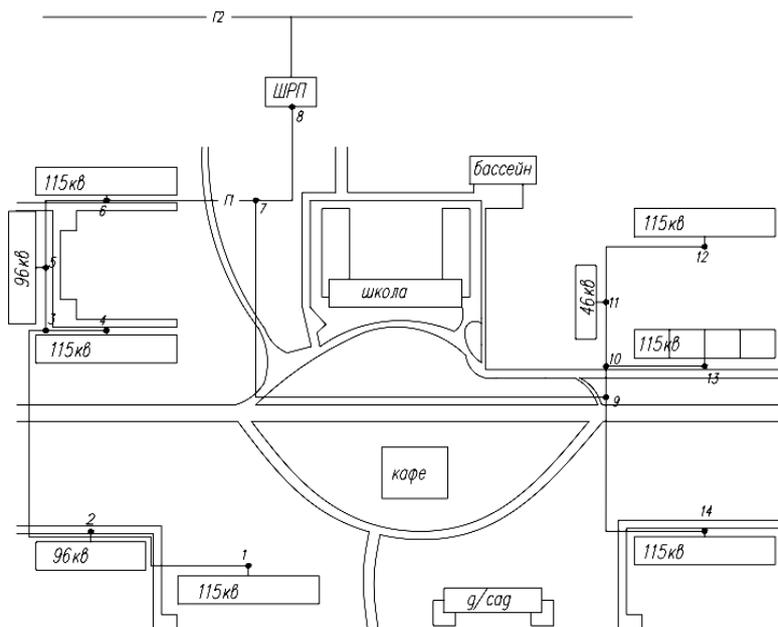


Рисунок 1 – Разводка тупиковой квартальной сети низкого давления

Расчётный (часовой) расход газа для дворовых газопроводов  $V_{рд}$ , м<sup>3</sup>/ч, равен сумме номинальных расходов газа, установленных газовых приборов с расчётом коэффициента одновременности их действия (формула 1):

$$V_{рд} = (\sum n q_i K_0) / Q_{нр}, \quad (1)$$

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],  $Q_{нр}$  – низшая теплота сгорания газа, кДж/м<sup>3</sup>.

Расчет сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет расходов газа дворовой сети газоснабжения

№ участка	Приборы в квартирах	Количество квартир	Коэффициент одновременности Ко	Расчетный расход газа Vрд, м³/ч
Главное направление				
1-2	115	115	0,200	27,13
2-3	211	211	0,180	44,81
3-5	326	326	0,160	61,54
5-6	422	422	0,143	71,19
6-7	537	537	0,143	90,60
7-8	928	928	0,143	156,56
4-3	115	115	0,200	27,13
Ответвление 1				
12-11	115	115	0,200	27,13
11-10	161	161	0,196	37,23
10-9	276	276	0,170	55,36
9-7	391	391	0,146	67,35
13-10	115	115	0,200	27,13
14-9	115	115	0,200	27,13

Средние удельные потери давления  $\Delta P_{\text{ср. уд.}}$ , приходящиеся на один метр длины внутриквартального газопровода на расчетной ветке от точки подключения к распределительному газопроводу до наиболее удаленного газифицированного здания.

Средние удельные потери давления  $\Delta P_{\text{ср. уд.}}$ , приходящиеся на один метр длины внутриквартального газопровода на расчетной ветке от точки подключения к распределительному газопроводу до наиболее удаленного газифицированного здания (формула 2):

$$\Delta P_{\text{ср.уд.}} = \Delta P_p / 1,1 \cdot \Sigma l, \quad (2)$$

где  $\Delta P_p = 120$  – нормативный перепад давления (общий допустимый перепад давления), даПа;  $1,1$  – 10 % на местные сопротивления;  $\Sigma l$  – суммарная длина расчетной ветки (расстояние от точки подключения внутриквартального газопровода к уличной кольцевой сети до самого удаленного расчетного здания, м).

Диаметры участков газопроводов определяют по расчетному расходу газа  $V_{\text{рд}}$ , м³/ч, и значению удельных ориентировочных потерь давления  $\Delta P_{\text{ср. уд.}}$ , даПа/м по приложению 3 [1].

Для выбранных диаметров газопроводов на участках по приложению 4 [1] определяем действительные удельные потери давления  $\Delta P_{\text{уд.}}$ .

Суммарные потери давления  $\Sigma \Delta P_{\text{уд.}}$  по каждому направлению движения газа и сравнивают их с общими допустимыми потерями давления  $\Delta P_p = 120$  даПа (формула 3):

$$\delta = ((\Delta P_p - \Sigma \Delta P_{\text{уд.}}) 100 \%) / \Delta P_p. \quad (3)$$

Если невязка не превышает 10 %, то расчет считается законченным.

Расчеты сводим в таблицу 2.

Таблица 2 – Гидравлический расчет тупиковой дворовой сети низкого давления

№ участка	Расчетный расход газа, $V_p$ , м <sup>3</sup> /ч	Длина участка, м	Дн, мм	Потери по длине P, даПа	Средние удельные потери $\Delta P_{ср}$ , даПа/м	Действительные удельные потери $\Delta P_{ср}$ , даПа/м
Главное направление						
1–2	27,13	99	60x3,0	24,750	0,24	0,25
2–3	44,81	144	70x3,0	36,000	0,24	0,25
3–5	61,54	31	76x3,0	8,680	0,24	0,28
5–6	71,19	64	83x3,0	16,640	0,24	0,26
6–7	90,6	60	89x3,0	15,000	0,24	0,25
7–8	156,56	64	108x4,0	16,000	0,24	0,25
	$\Sigma L=$	462	$\Sigma \Delta P=$	117,07		
Невязка: $(120-117,07)/120*100 = 2 \%$						
4–3	27,13	33	57x3,0	13,2	0,43	0,4
3–8		219		87,60		
	$\Sigma L=$	252	$\Sigma \Delta P=$	100,80		
Невязка: $(120-110,88)/120*100 = 8 \%$						
Ответвление 1						
12–11	27,13	77	60x3,5	19,250	0,23	0,25
11–10	37,23	32	70x3,0	6,080	0,23	0,19
10–9	55,36	15	76x3,0	3,750	0,23	0,25
9–7	67,35	277	83x3,0	63,710	0,23	0,23
7–8	156,56	64	108x4,0	16,000	0,23	0,25
	$\Sigma L=$	465	$\Sigma \Delta P=$	108,79		
Невязка: $(120-108,79)/120*100 = 9 \%$						
13–10	27,13	33	60x3,5	9,24	0,28	0,28
10–8		356		99,68		
	$\Sigma L=$	389	$\Sigma \Delta P=$	108,92		
Невязка: $(120-108,92)/120*100 = 9 \%$						
14–9	27,13	33	60x3,5	9,57	0,29	0,29
9–8		341		98,89		
	$\Sigma L=$	374	$\Sigma \Delta P=$	108,46		
Невязка: $(120-108,46)/120*100=9 \%$						

### 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 (рисунок 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 3.

Таблица 3 – 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	21600
83x3,0	341	8,8	3000,8			∑	22774,65
89x3,0	60	10	600				
108x4,0	64	14	896				
Стоимость ШРП, бел. руб		25000*1	25000				
		∑	32105,6				

### Вывод

Наиболее экономичной является схема 2 вследствие меньших затрат на материалы. Трубопроводы малых диаметры газопроводов дают возможность применять полиэтиленовые трубы, которые сокращают продолжительность монтажных работ и более надежны из-за минимального количества сварных соединений.

### 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 теплоснабжению / 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.

**УДК 628.356**

**Климец Е. С., Видиш Т. Д.**

**Научный руководитель: к. т. н., доцент Житенёв Б. Н.,**

**к. т. н., доцент Сенчук Д. Д.**

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БРИКЕТИРОВАННОГО ТОРФА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА

Поскольку развитие промышленности не стоит на месте, количество выбросов загрязнений в окружающую среду постоянно растет. Гальванические покрытия применяются практически во всех отраслях промышленности: машиностроении, приборостроении, производстве печатных плат и т. д. Несмотря на