Руководство по применению программы гидравлических расчетов газовых сетей для моделирования установившегося потокораспределения сложных закольцованных систем газоснабжения "Hydraulic Calculator" на персональных компьютерах IBM PC. С помощью программы можно ввести и рассчитать практические любые системы распределительных газопроводов из различных материалов и проанализировать режимы их работы.

Для инженерно-технических работников газораспределительных и проектных организаций, студентов специальности 'Теплогазоснабжение и вентиляция' и иных соответствующих учебных профилей.

Программа постоянно совершенствуется, поэтому в тексте Руководства возможны несущественные расхождения с элементами интерфейса конкретного экземпляра программы.

Содержание

1. Введение	3
2. Установка программы	4
3. Интерфейс программы Hydraulic Calculator	7
4. Система меню	11
4.1 Меню "Схема"	11
4.2 Меню "Редактирование"	15
4.3 Меню "Вид"	16
4.4 Меню "Расчет"	19
4.5 Меню "Сервис"	21
4.6 Меню "Окно"	26
4.7 Меню "Помощь"	26
5. Панели инструментов	28
5.1 Стандартная панель инструментов	28
5.2 Панель редактирования	29
5.3 Панель расчетов	32
5.4 Панель "Вид"	33
5.5 Панель параметров отображения	34
5.6 Панель параметров ввода	35
5.7 Панель "Вывод параметров схемы"	36
5.8 Панель "Ввод параметров схемы"	36
5.9 Универсальная панель ввода	37
5.10 Панель поиска	38
6. Ввод данных	39
6.1 Создание расчетных схем	39
6.2 Редактирование расчетных схем	47
7. Гидравлический расчет газовых сетей	49
7.1.Термины и определения.	49
7.2 Поверочный гидравлический расчет	52
7.3 Проектный гидравлический расчет	57
7.4 Подоор диаметров	00
8. Технические условия	63
9. Описание контрольного примера	66
10. Сообщения об ошибках и предупреждения	73
11. Лицензионное соглашение	76
Краткая справка по функциям программы (Приложение 1) Расчетные перепады давления (Приложение 2)	80 85

1.Введение

Программа гидравлического расчета "Hydraulic Calculator" предназначена для расчета распределительных систем газоснабжения высокого, среднего или низкого давления (фрагментов схем, врезок, газопроводов отводов и пр.) любой геометрической сложности и предназначена для инженерно-технического персонала проектных организаций и специалистов газовых хозяйств. Программа сохраняет полную работоспособность на любых персональных компьютерах типа IBM PC с OC MS Windows'98 и выше.

По желанию пользователя программа "Hydraulic Calculator" поставляется в пяти модификациях:

"Hydraulic Calculator Data Console" – "оболочка" для ввода данных и вывода результатов расчета. Все расчеты выполняются в сервисном центре, результаты расчета передаются пользователю в виде файлов, пересылаемых с использованием любых доступных средств коммуникации.

"Hydraulic Calculator Light" - облеченная версия, предназначенная, в основном, для поверочных расчетов существующих газовых сетей. При необходимости подбор диаметров может выполнятся простым перебором вариантов параметров расчетных схем.

"Hydraulic Calculator Standard" – отличающаяся расширенными сервисными возможностями для проведения многовариантных гидравлических расчетов и возможностью выполнения оптимизационных расчетов для подбора диаметров существующих (реконструируемых) и проектируемых газопроводов.

"Hydraulic Calculator Professional". Версия Professional" отличается от предыдущих возможностью расчета режимов работы регуляторов давления природного газа и регулирующей арматуры, расположенной на участках трубопроводной системы.

"Hydraulic Calculator Enterprise" предназначена для моделирования работы системы распределительных газопроводов в "реальном времени" с моделированием в заданных пределах процессов потребления природного газа и параметров источников газа, а так же возможностью контроля процессов газопотребления в выбранных точках системы газоснабжения.

Две последних версии программы в настоящее время находятся в стадии разработки.

Минимальные технические средства не ниже:

- процессор IBM Pentium 100;
- память 32Mb;
- видеоадаптер VGA (800х600х256);
- жесткий диск 20 Мб;
- операционная система MS Windows'98 и выше.
- Привод компакт-дисков (CD ROM)
- манипулятор 'мышь'

2. Установка программы

Установка программы производится обычным для приложений Windows запуском программы установки (Setup) с дистрибутивного диска, входящего в комплект поставки программы. В процессе работы программы первоначальной установки следует последовательно ответить на все вопросы, "нажимая" соответствующие кнопки диалоговых форм и выбрать или назначить каталог (папку) вашего компьютера, в который будет установлена программа и необходимые служебные файлы.

По умолчанию программой начальной установки на диске С: в каталоге "Program Files" будет создан каталог "НС" для размещения в нем самой программы гидравлического расчета и необходимых служебных файлов.

Перед запуском программы первоначальной установки необходимо закрыть все работающие приложения для предотвращения возможных коллизий.

覺 Добро пожаловать		×
	 Добро пожаловать в установку Гидравлического калькулятора. Этот пакет установит данную программу на Ваш компьютер Настоятельно рекомендуем Вам завершить все программы и после этого продолжить установку. Нажмите Отмену для выхода из Установки и закройте все запущенные программы. Нажмите Далее для продолжения установки. Внимание! Данная программа защищена законами об авторских правах и международными соглашениями. Незаконное воспроизведение или распространение данной программы или любой ее части влечет гражданскую и уголовную ответственность. 	
	Далее > Выход	

Рис.1. Стартовое окно программы начальной установки.

Программа начальной установки выполнит все необходимые действия по разархивации и копированию рабочих файлов на ваш компьютер и произведет необходимые установки в операционной системе.

При нормальном завершении работы программы начальной установки меню "Программы" вашего компьютера появится программная группа "Hydraulic Calculator" (Гидравлический калькулятор) и соответствующее меню для запуска программы гидравлического расчета.

я установки	×
Программа установки скопирует Гидравлический калькулятор в указанный ниже каталог. Для выбора другого каталога установки нажмите кнопку "Обзор". Вы можете отказаться от установки Гидравлический калькулятор нажав кнопку "Отмена".	
C:\Program Files\HC O630p Select Destination Directory	×
C:\Program Files\HC	
🗁 c:\	
 Program Files Common Files ComPlus Applications conexant hc Hewlett-Packard InstallShield Installation Information Internet Explorer Messenger Microsoft Office 	Cancel
	A установки Программа установки скопирует Гидравлический калькулятор в указанный ниже каталог. Для выбора другого каталога установки нажмите кнопку "Обзор". Вы можете отказаться от установки Гидравлический калькулятор нажав кнопку "Отмена". Папка С:\Program Files\HC Select Destination Directory Select Destination Directory Select Destination Directory Select Destination Directory C:\Program Files\HC ComPlus Applications ComPlus Applications Conexant hc Hewlett-Packard InstallShield Installation Information Internet Explorer Messenger microsoft frontpage Microsoft Office

Рис.2. Выбор каталога для установки программы гидравлического расчета.

При выборе каталога для установки программы не рекомендуется изменение предлагаемого по умолчанию каталога "C: \ Program Files\HC" без осознанной необходимости, поскольку объем необходимого дискового пространства для установки программы чуть более 1 Mb.

Установка		_ 🗆 🗵
	Гекущий файл Копируется файл: C:WINDOWS\light.exe Все файлы Осталось 0 минут 14 секунд	
	< Назад Далее >	Отмена

Рис.3. Рабочее окно программы начальной установки.







Рис.5. Меню "Программы" после завершения установки.

3. Интерфейс программы "Hydraulic Calculator"

В программе используется стандартный многооконный интерфейс Windows с ниспадающими и раскрывающими меню. Основные элементы интерфейса изображены на рис 6.



Рис.6. Окно программы "Hydraulic Calculator"

Стандартные элементы управления являются компонентами операционной системы и позволяют управлять работой приложения:

Кнопки управления приложением. Расположены в правом верхнем левом углу рабочего окна приложения и является стандартными элементами управления Windows. С их помощью изменяется размер окон приложения, приложения сворачиваются, освобождая поверхность экрана и закрываются.

Кнопка системного меню. Расположена в левом верхнем углу окна приложения. Аналогична кнопкам управления приложением, необходимое действие производится выбором соответствующих пунктов выпадающего меню.

Меню команд. Меню выбранной курсором команды разворачивается вниз. Большинство команд выпадающих меню выполняются немедленно после их выбора, другие открывают диалоговые окна для ввода дополнительной и уточняющей информации. (Например, пункт меню Файл - Печать), или активизируют соответствующее меню нижнего уровня (Редактировать – выделить – выбор режима). Пункты меню, открывающие собственные подменю, обычно помечены справа признаком продолжения выбора.

Строка заголовка. В строке заголовка указывается имя текущей схемы, при одновременной работе с несколькими схемами заголовок активной схемы раскрашивается в соответствии с общей цветовой схемой Windows.

Кнопки управления окнами. Стандартные кнопки управления Windows позволяют работать в полноэкранном режиме, уменьшать его размер, сворачивать до минимума и закрывать окно и связанное с ним приложение

Линейки прокрутки. Стандартные элементы интерфейса окон Windows, позволяют панорамировать окно текста по горизонтали и вертикали.

Панели инструментов.. Предназначены для быстрого выбора необходимой функции программы и используются как элемент управления, альтернативный системе меню. Расположение панелей инструментов и состав кнопок на панели может быть изменен пользователем с помощью системы настроек. При желании рабочему окну программы можно придать совершенно аскетический вид:



Строка состояния. Предназначена для индикации текущего режима работы приложения и отображения свойств элементов расчетных схем. Расположена в нижней части окна. Может использоваться для вывода вспомогательной информации (Обычно на нее все равно никто не смотрит).

Для вывода справки нажмите F1 // L=52.2 D=50 F=0 Qn=0 Режим

"Горячие клавиши". Механизм "горячих клавиш" является стандартом "дефакто" приложений Windows: справа от наименования пунктов меню может быть указано сочетание клавиш клавиатуры, одновременное нажатие которых активизирует данную функцию без непосредственного выбора команды меню указателем мыши. Например, нажатие клавиш Ctrl+N, (Схема/Новая) приведет к созданию нового окна для ввода расчетной схемы.

3.1 Стандартные элементы управления.

Стандартные элементы управления являются непременными атрибутами приложений Windows, так как являются принадлежностью операционной системы. Несмотря на большое число таких элементов, для организации диалога с пользователем широкое распространение получили несколько наиболее простых элементов с очевидными правилами работы.

Управляющие элемент	ы		
Поле текста1 Поле текста2 Комб. список	ADDSCCUS.DLL BIBLIO.MDB C2.EXE CVPACK.EXE DATAVIEW.DLL LINK.EXE MSDIS110.DLL <i>Π</i> ¢	ростой список 💌	C:\ Program Files Microsoft Visual Studio VB98 Template Tsql Wizards
 Альтернатива1 	Список альтернатив	Список условий	Список каталогов
🔿 Альтернатива2	О Альтенатива1	🔽 Условие1	🖃 с: Спиок устройств 💌
🔽 Условие1	 Альтернатива2 	Условие2 Условие3	
🖵 Условие2	О АльтернативаЗ		Команда

Такими элементами являются: поле текста, переключатель, флажок, комбинированный список, простой список, список каталогов, список устройств, элемент управления данными и командная кнопка.

Командная кнопка ("Command Button") – используется для инициирования, прерывания и завершения процессов и сеансов в приложении. При щелчке по кнопке выполняются команды, содержание или мнемоническое изображение которой обычно указано на ней самой.

Флажок ("Check Box") используется в качестве выключателя и применяется для управления работой приложения при выборе некоторых условий и имеет два состояния: включен (пометка установлена, условие применяется) и выключен (пометка снята, условие не применяется).

Переключатель ("Option Button") применяется для выбора одного из нескольких возможных условий – альтернатив. Выбор одного их элементов автоматически отключает все остальные. Для выбора альтернативы достаточно щелкнуть по актуальному условию. Признаком актуальности выбранного условия служит пометка элемента.

Элементы Флажок и Переключатель могут объединятся в группы по некоторым существенным признакам применением управляющего элемента Кадр. При этом в группе флажков может быть выбрано одновременно несколько условий, а в группе переключателей – только один. Элемент Кадр ("*Frame*") применяется для создания групп управляющих элементов, объединенных, как правило, по некоторому функциональному признаку.

Элемент "Простой список" ("ListBox") позволяет вывести перечень различных элементов и осуществить выбор одной или нескольких позиций явным указанием выбранного элемента (элементов). При размерах списка, превышающих выделенную область для вывода, автоматически добавляются вертикальная и горизонтальная полосы прокрутки.

Разновидностью простого списка является хорошо знакомый всем пользователям Windows список каталогов (папок).

Управляющий элемент "Поле текста" ("*TextBox*") используется для отображения, ввода и редактирования информации. Наиболее часто применяется для определения или изменения значений некоторых данных во время работы приложения. Элемент может быть закрыт для изменения выведенных значений. В этом случае фон поля обычно имеет цвет поля формы. Это правило применяется и для всех ранее перечисленных элементов.

Элемент Комбинированный блок ("ComboBox") объединяет элементы Простой список и Поле текста в компактную конструкцию, позволяющую ввести в Поле текста выбранный элемент Списка. Для раскрытия списка достаточно щелкнуть по стрелке вниз, расположенной справа от Поля текста. Список внешних устройств является одним из вариантов реализации комбинированного списка.

Элемент управления Шкала процесса ("Progress Bar") отображает относительную длительность выполняющегося процесса, заполняя поле дискретными элементами слева направо.

Перечисленного подмножества стандартных элементов управления вполне достаточно для того, чтобы справиться с гидравлическим расчетом любой системы газоснабжения в программе "Hydraulic Calculator".

4. Система меню.

Прежде, чем приступить к описанию работы с программой: вводом, редактированием и расчетом схем распределительных систем газоснабжения, последовательно рассмотрим систему команд меню, реализующую все доступные пользователю функции программы и работу панелей управления. После запуска программы выбором соответствующего пункт меню "Программы" или щелчком курсора по пиктограмме расчетной схемы в проводнике Windows, главное меню и панель управления программой примет следующий вид:

🖳 Схема Редактировать Вид Расчет Сервис Окно Пог	мощь	_ <u>8</u> ×
🗅 🖆 🖬 🏭 🕼 🎒 🙆 🗛 🙌 😢 👍 🕫	Номер узла 💌 Arial	<u> </u>
📑 🐘 🖄 🔔 🛝 🛠 🛠 🖓 🧬 Σ 🛛 орямой	💌 100% 💌 🥰 💥 🛱 🔁 🛉 Низкое	🔽 🗇 Сталь 🔄 🕅 🍱 📾 🛛 🗘 🖓 🖓 🖓 🖓 🦓
🛛 🕺 🖻 💼 🗠 📯 🔺 🦯 🗸 🔏 🛛 Давление узла		💌 ਨੀ ਨੀ ਦਾ ਦਾ ਦਾ ਦੀ ਨੀ ਲੀ 🎝 🏚

Как обычно принято в Windows, наиболее часто используемые пункты выпадающих меню продублированы кнопками инструментальных панелей управления.

Прежде, чем к перейти к основным режимам программы рассмотрим действия команд главного меню программы.

4.1 Меню "Схема"

С помощью команды 'Схема' главного меню можно загрузить раннее созданную схему газопроводов, создать новую, сохранить расчетную схему на доступном внешнем носителе или жестком диске, сохранить расчетную схему под другим наименованием, сохранить все одновременно открытые расчетные схемы в соответствующих файлах, экспортировать расчетную схему для использования в различных документах, осуществить предварительный просмотр печатного экземпляра расчетной схемы, распечатать схему и результаты расчета, изменить настройки подсоединенного принтера', отправить расчетную схему в сервисный центр при необходимости в консультации, загрузить последние расчетные схемы без использования диалоговой процедуры выбора загружаемого файла и просмотреть обобщенные свойства текущей расчетной схемы.

Описание функций меню:

Новая – открывает новое окно для ввода расчетной схемы с параметрами по умолчанию.

Открыть – открывает диалоговое окно выбора файла расчетной схемы для загрузки.

Каждая загружаемая расчетная схема открывает собственное окно. Вид и описание элементов диалогового окна приведен на рис.7.

Закрыть – закрывает окно расчетной схемы. При изменении параметров расчетной схемы в процессе работы, если схема не была предварительно

Гидравлический	й калькулятор	
🔔 Coxpa	нить изменения	в Cxeмa10.hcg?
Да	Нет	Отмена

сохранена в каком-либо файле, выдается предупреждающее сообщение, что дает последний шанс сохранить сделанные изменения



Рис 7. Выбор файла из текущего каталога

Сохранить – записать расчетную схему в файл без изменения наименования.

Сохранить как ... записать расчетную схему в файл с изменением имени файла. Вызывает диалоговое окно, аналогичное ранее приведенному окну выбору файла. Наименование схемы может быть введено в поле "Имя файла" диалоговой формы, либо выбрано из списка уже существующих. В последнем случае будет выдан запрос на подтверждение операции.

Сохранить все – действие этого пункта аналогично функции "Сохранить", но выполняется последовательно для всех загруженных расчетных схем. Удобно при одновременном завершении работы со всеми расчетными схемами.

Экспорт в WMF-файл – предназначен для пользователей, у которых возникает необходимость использовать изображение расчетной схемы и ее параметры в каких либо документах, разрабатываемых с помощью других приложений Windows. Активизация этого пункта меню приведет к созданию в рабочем каталоге программы файла с произвольным наименованием и расширением *.wmf.(WindowsMetaFile), который может быть загружен в виде "картинки" в большинство современных приложений.

Например, в Word: Вставка/Рисунок/Из файла Выбираем ранее созданный *.wmf файл и вот результат:



Печать – печать расчетной схемы и результатов расчета. Схема будет выведена на присоединенное устройство печати в соответствии с текущими установками принтера с тем набором параметров, которые отображаются на экране. При использовании подложки она также будет выведена на принтер, если ее изображение активизировано. Вывод схемы (и подложки) всегда осуществляется на 1 лист установленного формата принтера.

Предварительный просмотр – позволяет просмотреть изображение, которое может быть получено при печати. Для выхода их режима предварительного просмотра следует использовать кнопку *"Close"* меню предварительного просмотра.

Настройка принтера – предназначен для изменения текущих настроек присоединенного устройства печати, Активизирует стандартное диалоговое окно настройки принтера:

Настройка печа	ти		<u>?</u> ×
Принтер			
Имя:	HP LaserJet 1200 Series PCL 6		Свойства
Состояние:	Готов		
Тип:	HP LaserJet 1200 Series PCL 6		
Место:	DOT4_001		
Комментарий	:		
Бумага		_ Ориентац	ия
Размер: А4	_		🖲 Книжная
Подача: Ав	товыбор 🔽	Α	С Альбомная
Справка	Сеть	ОК	Отмена

Отправить – с помощью этого пункта меню расчетная схема может быть передана в сервисный центр при необходимости консультаций. Эта возможность реальна только для тех пользователей, персональный компьютер которых подключен к Интернет или системе электронной почты.

Свойства	×
Наименование Схема10	
Общие сведения	Узлы
Дата создания: 09:41-25.12.2	Количество узлов: 10 из них:
Дата изменения: 09:41 25.12.2	Источников: 1
Количество участков: 9	Потребителей: 2
Общая протяженность: 1048	Суммарное потребление: 2000
	Закрыть

Свойства схемы – вывод краткой справки о параметрах расчетной схемы.

Рис 8. Окно "Свойства схемы"

Список файлов... содержит список нескольких последних загружаемых файлов. Выбор имени файла из списка позволит загрузить его без использования диалоговых форм.

Выход – завершает работу программы. При попытке выхода без сохранения изменений в расчетных схемах выдаются предупреждающие сообщения. Может быть использован как альтернатива пункту меню "Сохранить все", но такой стиль работы красноречиво говорит о низкой культуре работы пользователя.

4.2 Меню "Редактирование"

С помощью команд меню редактирования можно совершать различные манипуляции с элементами расчетной схемы распределительной системы газопроводов. Меню редактирования включает в себя следующие команды:

Отменить – последовательно отменить ранее сделанные изменения расчетной схемы и исходных данных на глубину до 10 шагов;

Вернуть – последовательно вернуть ранее отмененные действия по изменению расчетной схемы и исходных данных на глубину до 10 шагов.

Вырезать – удалить выделенный фрагмент расчетной схемы;

Копировать – выделить фрагмент расчетной схемы для повторного применения в буфер обмена;

Вставить – присоединить ранее выделенный фрагмент расчетной схемы к существующей.

Выделить:

Режим выделения – выбрать элементы расчетной схемы для групповой операции.

Выделить все – выделить всю расчетную схему для некоторой операции над всеми элементами схемы

Снять выделение – отменить выделение элементов расчетной схемы.

Для отмены выделения достаточно щелкнуть левой клавишей мыши в тот момент, когда курсор (указатель) находится за пределами прямоугольной области, ограничивающей выделенный фрагмент расчетной схемы. При достаточно большом выделенным фрагменте такое положение курсора может оказаться неочевидным. Именно для таких ситуаций и предназначен пункт меню "Снять выделение".

Инвертировать выделение – логическая операция, в результате которой снимается ранее выполненное выделение с фрагмента расчетной схемы и выделяются элементы, которые на предыдущем шаге были непомеченными.

Добавить – ввести новый элемент в расчетную схему, соответственно:

Узел – ввести точку сочленения участков трубопроводов.

Источник – ввести источник природного газа (ГРС, ГРП, ШРП)

Потребитель – ввести в расчетною схему (именованный) узел с

расходом природного газа (сток).

Так как все элементы расчетной схемы обязательно должны быть соединены трубопроводами, выбор того или иного элемента обуславливает свойства конечного узла расчетного участка трубопровода. При включенной, например, опции режима добавления "Потребитель" в конечной вершине расчетного участка всегда будет устанавливаться потребитель с нулевым значением расхода. Режим добавления по умолчанию – узел (вершина).

Вставить подложку – использовать вспомогательный графический подслой для облегчения работы по вводу и ориентации расчетной схемы. Активизация этого пункта меню открывает диалоговое окно для выбора файла графического изображения, аналогичное ранее описанному окну выбора файла расчетной схемы.

Удалить подложку –отключить вспомогательный графический подслой (удалить связь расчетной схемы с графическим файлом

Подложка –любое графическое изображение формата ***.bmp**, которое можно загрузить в основную рабочую область программы. Подложка может входить в состав файла расчетной схемы с помощью специальной ссылки и загружаться вместе с расчетной схемой, загружаться отдельно от расчетной схемы, а так же временно выключаться по желанию пользователя. При необходимости всегда можно удалить подложку из файла расчетной схемы, при этом удаляется только ссылка файла расчетной схемы на используемый в качестве подложки графический файл, то есть удаление подложки не приводит к физическому удалению графического файла.

Схема Редактировать Вид К	Расчет Сервис Окно Помо	щь			_ 8 ×
D ⊯ 🛛 🗃 🗿 🖨 📐 🗿		омер узла	- Arial -	11 🔻 ж К Ц 🔕 ,	<u></u>
🖪 변산 도 杰 📯 Ҟ 🕻	🖓 🍠 🗴 🔊 Прямой	🔹 100% 💌 🥵 💥 💳	🔁 🛉 Низкое 💌 🛥	Сталь 💽 🕅 🍱 😭	G G G C C G G A
3 時間 い い ★ /・	🔏 🔏 🛛 Давление узла	• ### =		🔽 ની ની ની ની ની ની	e 🕹 📲 🍰 🏚
	(54)			.	۲ ۵
	Ул. Кирова		7,00-55 od 9,123,4 11,125,4 N - 50 8,5 8,5 8,5 8,5 8,5 8,5 8,5 8,5 8,5 8,5	6	2 @
			8 - 53 7 (12) 21 80 22 80 - 80 40		101 (75)
	л Энгельса 5 5	27 28-19 15 (14) 16 - 134 17 - 155 - 12 17 - 155 - 12 18 - 155 - 12 18 - 155 - 12 19 - 155 - 12 10 - 15	<mark>8 8385 8 8385 8 8 88 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 </mark>		• • •
	то станование и станование и И станование и станов И станование и станов	85 - 87 47 48 18 18 18 18 18 18 18 18 18 1	37 - 101 5 20 - 77 5 37 - 105 - 105 - 105 - 105 5 125 - 20 - 105 - 22 - 22 - 22 - 22 105 - 20 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 - 22 <		
N 217200 202 - 210	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	100 75 73 25 44 31 (33 20 30 - 20 70 - 10	ме - 127 27 38 100 да 100 да 100 да 100 да 100 да 100 да 100 да	•	1/3 1/1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	реникание и просессиональной просессионалн	200 - 200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0			71. Nyuuuuuuuu 10 50 12 77 38 27 23 37 38 78 22 38 78 78 24 39 78 24 24 30 59 59 19 18 37 28 59 19 18 12 YIL Paő oHan
	оториски и страновити и страно	207 - N7 31 (45) 33 (45) 34 - 504	(27 - 21) Ф(22) - 34 В (22) - 40 В (23) -		96 12 20 - 20 20 37 20 20 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
· 205)25 207 207 207 131 35 (77 2) ↓	231 220 - 216 (15) #(162)20		55 (22) ao	Jandos (<u>6</u>
F1- помощь		Свой	іства элемента	Режим работы	Вид №
🞒 Пуск 🗀 Hydraulic Calculator	🗀 HydraulicCalculatorLigh	nt 🖭 Часть1.doc - Microsoft	🦉 растр. JPG - Paint	🛛 船 Гидравлический кал	凡 Рабочий стол 🄌 « 20:00

Рис.9 Загрузка графической подложки

4.3 Меню "Вид"

С помощью этой команды главного меню можно изменять внешний вид рабочего экрана программы в соответствии с предпочтениями пользователя или требованиями конкретного режима работы. Опция "Вид" главного меню редактирования включает в себя следующие команды:

Строка состояния – включает/выключает изображение строки состояния

Панели инструментов ... - управляет числом используемых инструментальных панелей и составом кнопок на панелях инструментов. Щелчок по этому пункту меню активизирует экранную форму, поля которой ("Check Box") включают или выключают соответствующие панели. Для того чтобы включить или выключить панель достаточно навести указатель на выбранный управляющий элемент соответствующей панели, и щелкнуть левой клавишей мыши. При активной (включенной) панели с элемента управления исчезнет пометка, а соответствующая панель инструментов будет выключена. Точно также следует поступить для активации выбранной панели. В этом случае в пустом управляющем элементе появится пометка и инструментальная панель включиться.

Настройки программы					×		
Стандартные диаметры Вид Настройка с	Раскраска етки	а схемы 🛛 Параме	Размеры етры расчета		к		
Показывать панели инструмент Стандартная Редактирования		🔽 Расче 🔽 Вид	π <u></u>	<u>От</u>	ена		
🔽 Панель параметов отображе	ния	Настрой	іка панели инс	трументо	в		<u>?</u> ×
🔽 Панель параметов ввода		Имеющі	иеся кнопки:			Панель инструментов:	Закрыты
🔽 Вывод параметров		Pas	делитель	<u></u>		🛕 Предварительный просмот 📥	Сброс
🔽 Поиска					Добавить		Справка
🔽 Ввод параметров					<- Удали	Разделитель ть 🛛 💦 Помощь	
Ввод параметров 2		_				О программе Разделитель	Вверх Вниз

Рис.10 Настройка инструментальных панелей.

Для изменения состава управляющих кнопок панели инструментов следует щелкнуть по кнопке с многоточием, расположенной справа от наименования панели. Щелчок по такой кнопке включит экранную форму настройки инструментальных панелей, в правом окне которой находятся именованные изображения используемых кнопок, в левой – кнопок, которые в данный момент не используются. Для изменения состава кнопок редактируемой панели нужно установить курсор (выделить) наименование соответствующей кнопки и нажать кнопку "Добавить" или "Удалить" по смыслу выполняемой операции. В исходном состоянии программы включены все кнопки и все инструментальные панели.

Панели инструментов могут быть расположены в любом месте экрана,



включая рабочую область окна программы. Для изменения положения панели следует "зацепить" ее за разделитель панелей (нажать и удерживать левую клавишу мыши) и отбуксировать в то положение на рабочем окне программы, которое кажется вам наиболее подходящим. При достижении границ окна панель сама будет "цепляться" к тому или иному его элементу. При повторных запусках программы выбранное положение панелей будет сохраняться.

Сетка – включает/выключает изображение прямоугольной сетки.

Привязать к сетке – при включенном режиме вершины (узлы) расчетной схемы автоматически привязываются (смещаются) к ближайшему узлу координатной сетки.

Сложные схемы, при вводе которых используется режим "Привязать к сетке" вводятся быстрее и часто выглядят более аккуратными.

Отображать подложку – включает/выключает изображение подложки.

Этот режим <u>не удаляет и не загружает</u> подложку, а только делает ее видимой или полностью прозрачной (невидимой). По умолчанию режим всегда включен. Это позволяет избежать ошибок, связанных с загрузкой подложки при выключенном режиме отображения. При таком сочетании режимов может показаться, что подложка по каким-либо причинам не загружается, тогда как на самом деле просто выключен режим ее отображения. Для пользователей, имеющих опыт работы со сложными графическими объектами в таких средах, как "AutoCad" или "Microstation", этот режим является аналогичным режиму "Включить/выключить слой".

Вывод параметров – активизирует список отображаемых на схеме исходных данных и результатов расчетов: Номера узлов/Давления в узлах/Расходы потребителей/Длины трубопроводов/Диаметры трубопроводов/Путевые расходы/Потоки/Перепады давлений/ Наименования потребителей/Местоположение (адрес) участка.

Выбор любого элемента списка включает/выключает его отображение на расчетной схеме. Дополнительные элементы списка включают или выключают режим прозрачного текста, указатели направления потоков и скрывают графическое изображение узлов расчетной схемы.

Масштаб – управляет масштабом изображения расчетной схемы и подложки. Необходимый масштаб устанавливается с помощью управляющих элементов следующей формы:

Масштаб	×	
Масштаб	Установить	
C 500%	Отмена	
C 200%		
C 150%		
C 100%		
C 75%		
C 50%	Масштаб	×
C 25%		
🔿 По ширине схемы		Введите
🔿 По высоте схемы		параметр:
🔿 Всю схему	4 5 6 00	100%
Произвольный 100%		·
		Ввод
		Отмена

Рис.11 Установка масштаба.

Для установки масштаба следует щелкнуть левой клавишей мыши по соответствующему элементу экранной формы. Если требуется некоторое промежуточное значение масштаба, то его следует ввести непосредственно в поле ввода, предварительно установив произвольное значение масштаба в соответствующем управляющем элементе ("RadioButton"). Кнопка с многоточием справа от поля ввода включает форму для быстрого ввода данных (Рис. 11), которая позволяет вводить числовые значения не переключаясь не работу с клавиатурой.

4.4 Меню "Расчет"

Меню "Расчет" предназначено для расчета и изменения схем распределительных систем газоснабжения и включат в себя следующие режимы работы с расчетными схемами:

Тест данных – режим проверки исходных данных на полноту и непротиворечивость. При нормальном завершении проверки выдается соответствующее сообщение. Если же при проверке обнаружены ошибки в исходных данных, то после идентифицирующего сообщения соответствующий элемент





выделяется контрастным цветом, расчетная схема смещается таким образом, что бы элемент оказался в рабочей области экрана и открывается окно свойств элемента для изменения ошибочных данных.

Выполнить – произвести поверочный гидравлический расчет: определить потоки по участкам и давления в узлах расчетной схемы. Все остальные параметры расчетной схемы являются исходными данными и должны быть определены до расчета. Поверочный гидравлический расчет может быть выполнен в *прямом* - по заданному давлению источника определяются давления потребителей, и *обратном* направлении - по заданным давлениям потребителей определяется давление источника газа.

Подбор диаметров – выполнить проектный расчет системы газоснабжения с подбором диаметров участков трубопроводов при заданном минимальном давлении в системе распределительных трубопроводов. При подборе диаметров программа пересчитает диаметры всех участков, для которых не установлен признак запрета на изменение диаметра. Отсутствие диаметров трубопроводов в исходных данных при проектном расчете ошибкой не считается. При проектном гидравлическом расчете в

начале расчета следует определить минимальное допустимое давление в системе трубопроводов, после чего диаметры участков будут рассчитаны таким образом, что давление любой точке системы будет не ниже минимального.

і калацкіў екстата.	×
Мин. давление, кгс/м2 - мм	вод.ст : 🔟
Расчет	Отмена

Для участков, диаметры которых изменять нельзя, устанавливается признак запрета замены диаметра "Диаметр зафиксирован".

Расчет газопотребления - режим расчета газопотребления позволяет выполнить расчет часового потребления газа для различных категорий потребителей в соответствии с СП 42-101-2003, используя нормы расхода теплоты (Приложение A, стр. 79) и значения коэффициентов одновременности и часового максимума (Таблицы 2-7, стр.5,6).

Для расчета газопотребления достаточно выбрать соответствующую закладку, ввести нужные значения (число установленных приборов, например) в соответствующие клетки текущей таблицы и нажать кнопку "Расчет". В результате будет рассчитан расхода газа по группам установленных приборов и суммарный расход газа по всем группам установленного оборудования по всем разделам таблицы.. Выбор соответствующего значения коэффициента одновременности производится программно в соответствии с числом установленных приборов.

Расчет газопо	требления							×		
Жилые дома	Быт.обслуж.населения	06	цественное	питание 3д	цравоохране	ние Пред	Þ	Расчет		
	Потребители газа		Норма, [тыс.	κ ^h max*10 ³	Население, [тыс. чел.]	Расход, [м3/час]		Сброс		
Газовая пл	ита, природный газ, (ГВС)	660	0	0	0		Применить		
то же, при	газоснабжении СУГ		610	0	0	0		Отмена		
Газовая пл	Газовая плита, водонагреватель, (ГВС)			0	0	0				
то же, при	то же, при газоснабжении СУГ			0	0	0				
Газовая пл	ита, природный газ		1100	0	0	0				
то же, при	газоснабжении СУГ		1050	0	0	0				
Суммарное потребление газа по жилым домам [тыс.м3/час]: 0										
Итого, о	Итого, суммарное потребление по всем категориям [тыс.м3/час]: 0									

Рис.12 Расчет газопотребления.

Если на схеме во время работы с таблицей находится выделенный потребитель, то кнопка "Применить" позволяет присвоить этому потребителю расчетный табличный расход в качестве текущего.

Кнопка "Применить" позволяет присвоить расчетное значение часового расчета любому потребителю расчетной схемы. Для этой операции достаточно щелкнуть по выбранному потребителю курсором, имеющим форму стрелки со знаком равенства. Этот режим выключается при переходе в режим выделения, для чего необходимо использовать соответствующую кнопку инструментальной панели, либо пункт "Режим выделения" меню редактирования.

Ввод – этот пункт меню позволяет определить параметры технологических элементов расчетной схемы: Давления/Расходы/Длины/Диаметры/Путевые

расходы/Наименования/Местоположени е. Для ввода необходимого параметра достаточно выбрать его наименование в списке ввода, после чего откроется вспомогательное окно ввода параметра. Значение выбранного параметра может быть введено в поле вводы с

	C 10 C 3	×
Значение параметра:		
		▼
,.		
установить	Отмена	_

использованием клавиатуры, набрано на форме быстрого ввода данных или выбрано из выпадающего списка, в котором хранятся последние введенные значения параметров. После ввода значения параметра в поле вспомогательной формы следует нажать кнопку "Установить", после чего курсор примет форму стрелки со знаком равенства. Выбирая указателем элементы схемы им присваивают установленное значение параметра, щелкая левой клавишей мыши. Режим выключается при переходе в любой другой, например, режим выделения элементов.

Расчет коэффициента длины – применение этого пункта позволяет автоматизировать ввод длин расчетных участков. При выборе этого пункта меню

Ввод длины	×
Значение длины:	Ввод
	Отмена

следует провести указателем мерную линию известной длины, например, длину переулка при работе с подложкой или известную длину расчетного участка при работе с расчетной схемой. После того, как будет проведена мерная

линия, следует ввести значение ее длины в соответствующую форму ввода. Принятое значение длины мерной линии будет использовано при воде участков расчетной схемы, длина которых будет рассчитываться пропорционально длине мерной линии.

4.5 Меню "Сервис"

Команды меню "Сервис" обслуживают дополнительные возможности по управлению программой, изменению внешнего вида расчетных схем настройкой различных атрибутов данных. Кроме различных настроек, это меню содержит развитые функции поиска, облегчающие работу с исходными данными и анализ результатов расчета (Рис.13).

Настройки – этот пункт меню активизирует диалоговое окно настройки, в котором сосредоточены все настраиваемые параметры программы.

Сохранить настройки - сохранить установленные параметры шрифтов, цвета и размера геометрических элементов расчетных схем и параметров расчета в файле конфигурации программы для дальнейшего применения.

Загрузить настройки - использовать при работе программы с расчетными схемами ранее установленные настройки параметров шрифтов, цвета и размера геометрических элементов расчетных схем и параметров расчета, сохраненных применением предыдущего пункта меню.

По умолчанию программа хранит индивидуальные настройки цвета, размера и шрифтов для каждой расчетной схемы. Команды: «Сохранить настройки" и "Загрузить настройки" позволяют пользователю создать наиболее предпочтительный вид для любых расчетных схем.



Рис.13 Настройки шрифтов параметров и цвета технологических элементов.

– Элемент формы "Применить ко всем параметрам" позволяет применить сделанные настройки шрифта ко всем отображаемым параметрам схемы. Настройки цвета используют стандартных компоненты операционной системы Windows и, как правило, не нуждаются в комментариях.

Примечание – пункт меню, который позволяет создать и сохранить произвольные текстовые комментарии к расчетным схемам. Текст примечания сохраняется вместе с данными расчетной схемы.

П римечание		×
Cxemai		
		<u>^</u>
		-
T		×
	Запомнить	Отмена

Рис.14 Окно ввода примечания.



Рис.15 Стандартные диаметры трубопроводов.

Списки стандартных диаметров стальных и полиэтиленовых трубопроводов могут быть настроены наиболее предпочтительным образом путем редактирования соответствующих позиций списков добавлением удалением И диаметров трубопроводов. Под диаметром трубопровода в данном случае имеется ввиду трубопровода. Управляющими внутренний диаметр элементами формы. обеспечивающими добавление и удаление элементов списков, являются кнопки (+) добавить и (х) – удалить.

Поиск... - режим предназначен для поиска элементов расчетной схемы по значению любого атрибута (исходных данных и результатов расчета) или их сочетанию. Диалоговое окно поиска изображено на Рис. 16. Управляющие элементы формы поиска позволяют сформулировать логические условия поиска (больше, меньше, равно, не равно) для каждого параметра выбором соответствующего элемента списка и вводом искомого значения параметра в поле значения параметра. Формулирование нескольких условий поиска одновременно образует комбинированное (составное) условие поиска, элементы которой связаны логическим "И".

Найти далее – продолжить поиск после нахождения элемента, удовлетворяющего условиям поиска.

Найти потребителя – упрощенный вариант для наиболее часто применяемого режима поиска.

Поиск максимума, поиск минимума – очевидные сервисные режимы для поиска граничных значений технологических параметров расчетной схемы. (Рис.18)

Найти следующий экстремум – продолжить поиск по заданным условиям после очередного результата.

<u>Программа гидравлического расчета газовых сетей Hydraulic Calculator</u> Cmp.24

Поиск	×
Что ищем С Источник © Потребитель С Узел С Участок	-
Параметры поиска	-
Наименование: Давление, (кг/см2; мм.вод.ст.):	
Производительность/текущий расход, (м3/час):	
Диаметр участка, (мм):	i
Местонахождение:	
Найти Отмена	

Рис.16 Окно поиска.

	Настройка сет	ки Па	Тараметры расчета ОК
Стандартны	ые диаметры 📔 Р	аскраска схемы	ы Размеры
Размеры эле	ментов		Отмена
Размер		10 ÷	Настройки программы
Толщина учас	тков		Вид Настройка сетки Параметры расчета
Выделенны	іе уч. низкого давл. 🗖	· 1 ÷	Размеры сетки Отмен
			По горизонтали: 20
Длины участк	.0B ·		По вертикали: 20
🔽 Расчет д	лины при вводе участка	a 1	
			Привязать к сетке
	Настройк	и программы	
	Ст	андартные диаме	метры Раскраска схемы Размеры ОК
	Б	ид І	Настройка сетки Параметры расчета
	Xapa	ктеристики газа	аОтмена
		Плотность м3/кг	кг: 0.78
		Плотность м3/кг Кинематическая	Кг: 0.78
		Плотность м3/кг Кинематическая Барометрическое	Кr: 0.78 ая вязкость: 1.4e-005
		Плотность м3/кг Кинематическая Барометрическое Тамларатира *С	Ккг: 0.78 ая вязкость: 1.4e-005 кое давление: 745
		Плотность м3/кг Кинематическая Барометрическое Температура, *C:	Ккг: 0.78 ая вязкость: 1.4e-005 кое давление: 745 1C: 55
	Режі	Плотность м3/кг Кинематическая Барометрическое Температура, *C: им расчета	Кис: 0.78
	Режи	Плотность м3/кг Кинематическая Барометрическое Температура, *С: им расчета — © Прямой	Кис: 0.78
	Режи	Плотность м3/кг Кинематическая Барометрическоя Температура, *С: им расчета © Прямой ерка	Ккг: 0.78 ая вязкость: 1.4e-005 кое давление: 745 °С: 5 С Обратный

Рис.17 Диалоговые окна настройки.

Рукодство пользователя

Диалоговые окна формы "Настройки программы" позволяет определить практически все существенные параметры. Окно "Параметры расчета" устанавливает значения температуры, плотности и кинематической вязкости транспортируемой среды (природного газа). Барометрическое давление определяет давление атмосферного воздуха, применяемое при расчете абсолютных величин давлений.

Используя эту форму можно установить направление гидравлического расчета:

Прямой гидравлический расчет – расчет потоков по участкам распределительной системы газопроводов и давлений потребителей природного газа при заданных давлениях и производительностях источников газа.

Обратный гидравлический расчет – расчет потоков по участкам распределительной системы газопроводов и давлений источников природного газа при заданных давлениях и расходах потребителей.

Элемент формы "Проверка уровня давлений" во включенном состоянии обеспечивает контроль давлений источников на соответствие установленной ступени давления рассчитываемой системы газоснабжения. По умолчанию этот элемент находится во включенном состоянии.

Управляющий элемент формы "Расчет длины участка" во включенном состоянии позволяет рассчитывать длину участка расчетной схемы в процессе ввода в зависимости от физической длины отрезка пропорционально установленному значению коэффициента длины.

Окно "Настройка сетки" формы позволяет установить горизонтальный и вертикальный размер ее ячейки в единицах настройки и управляет режимом ее отображения и режимом ввода расчетной схемы с помощью управляющих элементов "Показать сетку" и "Привязать к сетке".



Рис 18. Диалоговые окна поиска экстремумов.

Вывод исходных данных... - при необходимости исходные данные и результаты расчета могут быть выведены на экран в форме таблицы (Рис.19).

И	сходны	е данн	ные, резул	ьтать	ы расче	та					×
Узлы схемы:											
	Номе	ep 🛛		Тип	Pac	юд Д	цавление			Наименовани	e 🔺
		0	ИСТОЧ	ник			5.90				
		1	3	узел	0	.00	5.51				
		2	3	узел	0	.00	4.56				
		3	3	узел	0	.00	4.32				
		4	3	узел	0	.00	3.86				
		5	3	узел	0	.00	3.72				
		6	3	узел	0	.00	3.62				
		6)	узел	0	.00	3,44				-1
		0		узел	U	.00	3.30				<u> </u>
2	/частки (хемы:									
	Нач	Кон	Длина	Дł	иаметр	Поток	Пере	en PH	I Рк	Материал	
	0	1	136		100	4000.00	0.3	39 5.90	5.51	сталь	
	1	2	159		76	4000.00	0.9	95 5.51	4.56	сталь	
	2	3	116		76	2000.00	0.2	23 4.56	4.32	сталь	
	3	4	109		76	2000.00	0.4	46 4.32	3.86	сталь	
	4	5	58		76	2000.00	0.1	14 3.86	3.72	сталь	
	5	6	44		76	2000.00	0.1	1 3.72	3.62	сталь	
	6	7	69		76	2000.00	0.1	18 3.62	3.44	сталь	
	7	8	32		76	2000.00	0.0	J8 3.44	3,36	сталь	
1	8	9	13		/6	2000.00	0.0	JG 3.36	3.32	сталь	
	Печать Закрыть										

Рис 19. Табличный вывод данных и результатов.

4.6 Меню "Окно"

В программе реализован стандартный многооконный интерфейс, позволяющий работать с несколькими расчетными схемами одновременно.

Новое окно – создает новое окно для ввода расчетной схемы.

Команды: Каскадом, Черепицей, Упорядочить значки определяют порядок расположения одновременно открытых окон в главном окне программы (Puc.20).

Список окон – позволяет переключаться при работе с несколькими окнами (схемами) выбором активного окна из списка окон.

4.7 Меню "Помощь"

Меню помощи предназначено для получения краткой справки об основных режимах работы программы и содержит следующие разделы: Справка – вывод краткой информации об основных режимах работы программы; Поиск – тематический поиск раздела встроенной документации О программе – справочная информация о версии программы.



Рис 20. Работа с несколькими расчетными схемами.



Рукодство пользователя

Несколько расчетных схем могут быть рассчитаны в пределах одного рабочего окна, если эти схемы относятся к одной ступени давления.

5. Панели инструментов

программы "Hydraulic Calculator" Интерфейс включает десять инструментальных панелей, положение которых в главном окне программы может быть определено пользователем наиболее предпочтительным образом. Панели могут быть расположены в любом месте рабочего окна программы Для изменения положения инструментальной панели достаточно нажать левую клавишу мыши, когда курсор находится на рамке панели и, удерживая клавишу нажатой, переместить панель к любой границе окна, (линейке прокрутки) или расположить в поле рабочего окна. Программа сохраняет установленное пользователем положение панелей в файле конфигурации и использует при последующих запусках. Состав инструментальных панелей, отображаемых в главном окне программы, определяется соответствующими командами меню "Вид". Включение/выключение панелей управления осуществляется установкой соответствующего признака (галочки) в элементе управления "check box" против выбранной панели инструментов. Настройка инструментальных панелей описана в разделе 4.3

5.1 Стандартная панель инструментов



Основная панель инструментов обеспечивает основные функции файлового ввода/вывода, печати, предварительного просмотра, почтовой отправки, просмотра и редактирования комментариев к расчетной схеме, справку по основным элементам и систему помощи. Щелчок левой кнопкой мыши на пиктограмме основной панели управления включает один из следующих режимов:

Hobas – открывает окно программы для создания расчетной схемы.

Открыть – открывает диалоговое окно (Рис.7) для загрузки существующего файла расчетной схемы. При загрузке нескольких расчетных схем для каждой расчетной схемы (файла данных) программа автоматически открывает новое окно. Расположение окон при работе с несколькими расчетными схемами определяется командами меню "Окно". Там же расположен список одновременно открытых окон. Переключение между окнами при работе в полноэкранном режиме осуществляется установкой признака выбора (*"галочки"*) перед выбранным наименованием расчетной схеме в списке открытых окон, для чего достаточно щелкнуть левой клавишей мыши на выбранном элементе списка.

Coxpaнить – сохранение расчетной схемы из активного окна в файле с наименованием, указанном в заголовке окна

Сохранить как ... – сохранение расчетной схемы из активного окна в файле с другим наименованием, (например, при расчете нескольких вариантов одной схемы) активизация этой кнопки вызывает диалоговое окно сохранения файла, аналогичное окну загрузки расчетной схемы.

Сохранить все – сохранение всех загруженных расчетных схем в файлах с исходными наименованиями.

Печать – вывод расчетной схемы на устройство печати (принтер). Расчетная схема выводится на принтер в том виде (с тем набором параметров), в котором она отображается в рабочем окне программы. Вся расчетная схема выводится на 1 лист установленного формата принтера. При необходимости вывода исходных данных и результатов расчета, следует использовать команду вывода данных меню "Сервис".

С Предварительный просмотр – позволяет до вывода расчетной схемы на бумагу получить представление об ее изображении на листе установленного формата.

Переслать – отправить расчетную схему в сервисный центр для консультаций (только для пользователей, являющихся абонентам системы связи посредством электронной почты).

Просмотреть/редактировать комментарий к расчетной схеме. Комментарии полезны, например, для передачи вопросов по расчету схемы в сервисный центр или могут быть использованы в качестве блокнота. Файл комментария является атрибутом расчетной схемы.

Краткая справка по основным элементам программы. При щелчке по кнопке курсор принимает вид стрелки с вопросительным знаком, аналогичный изображению на кнопке. Для получения справки по интересующему элементу следует подвести к нему курсор и нажать левую клавишу.

О программе – сведения о текущей версии программы.

5.2 Панель редактирования



Вырезать – удаление выделенного фрагмента расчетной схемы и размещение его в буфере обмена Windows. Для выделения фрагмента расчетной схемы достаточно включить режим выделения кнопкой панели редактирования, либо командой соответствующего меню и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, задать прямоугольную область рабочего окна программы, содержащего выбранный фрагмент схемы.

Копировать - размещение выделенного фрагмента расчетной схемы (создание дубликата) в буфере обмена Windows для последующего использования. Вставить – вставить в расчетную схему фрагмент, расположенный в буфере обмена Windows после применения команд "Вырезать" или "Копировать". После применения команды "Вставить" копируемый фрагмент расчетной схемы появится в левом верхнем углу рабочего окна программы. Для его перемещения подведите курсор к любому элементу скопированного фрагмента и нажмите левую клавишу мыши. Удерживая левую клавишу нажатой, переместите копируемый фрагмент в нужное место таким образом, что бы одна из вершин копируемого фрагмента совместилась с любой ранее введенной вершиной расчетной схемы, после чего отпустите клавишу мыши и выключите режим выделения. Копируемый фрагмент будет присоединен к расчетной схеме в точке совмещения вершин. Для выключения режима выделения достаточно щелкнуть левой клавишей мыши в любом месте рабочего окна программы вне выделенного фрагмента расчетной схемы, либо воспользоваться командой "Снять выделение" меню "Редактирование".



При совмещении вершин различных фрагментов схем программа выдает запрос о необходимости совмещения вершин. При положительном ответе вершины совмещаются в одной, соединяя фрагменты схемы в единое целое. Если совмещения не требуется, во избежание недоразумений при анализе результатов расчета следует отодвинуть вершины друг от друга.

Отменить – отменить последнюю операцию изменения данных. Возможна последовательная отмена 10 последних операций изменения данных.

С Вернуть – восстановить состояние данных, предшествующее команде "Отменить". Возможно последовательное восстановление 10 последних операций отмены изменений.

╶╬ Выделить - этот режим используется при выборе элемента данных для изменения его положения или изменения свойств (параметров) элемента. Для выделения элемента расчетной схемы достаточно подвести курсор к выбранному элементу и щелкнуть левой клавишей мыши. При щелчке правой клавишей мыши открывается всплывающее меню, и свойства выбранного элемента становятся доступны для редактирования. При выделении вершины расчетной схемы возможно изменение положения геометрических элементов расчетной схемы. Лля перемещения выделенной вершины расчетной схемы следует подвести курсор к вершине, нажать левую клавишу мыши и, удерживая клавишу нажатой, перетащить" выбранную вершину на новое место. Аналогичными действиями можно изменить положение выделенного расчетного участка. Для выделения участка расчетной схемы достаточно подвести курсор примерно к середине выбранного участка и нажать левую клавишу мыши. Дальнейшие операции с расчетным участком полностью идентичны описанным выше действиям с вершинами расчетной схемы.

Если необходимо выделить группу смежных элементов, например, для операций копирования или удаления, следует, удерживая нажатой левую клавишу мыши "протащить" курсор через выбранную группу элементов и отпустить клавишу, когда все необходимые для операции элементы схемы окажутся выделенными.

Для отмены выделения достаточно "щелкнуть курсором" вне воображаемого прямоугольника, ограничивающего выделенную группу.

При необходимости выделить несвязные элементы схемы их требуется выделять последовательно, удерживая нажатой клавишу "*Ctrl*" (*Control*) клавиатуры.

При перемещении вершин и участков расчетной схемы установленная длина расчетных участков не изменяется

Добавление – режим ввода новых элементов расчетной схемы. Ввод элементов всегда происходит относительно выделенной вершины расчетной схемы. При включении режима добавления элементов расчетной схемы курсор приобретает стрелки с изображением вершины (узла), потребителя или источника природного газа. Для ввода нового участка следует подвести курсор к выбранной вершине и щелкнуть левой клавишей мыши, после чего вершина становиться выделенной. Далее следует немного сместить курсор в направлении по направлению нового участка и нажать левую клавишу мыши и продолжить ввод участка в режиме "резинового шнура", контролируя длину участка, если включен режим "Расчет длины при вводе участка" и вывод параметра "Длина трубопровода" на панели вывода. При достижении заданной длины участка нажатую клавишу следует отпустить, при этом в точке завершения ввода появится конечная вершина участка, которая по умолчанию становится активной.

Выпадающий список определяет тип элемента, который будет находится в конечной вершине введенного участка. Как очевидно из списка, это может быть узел (вершина) расчетной схемы, потребитель или источник газа Другой способ ввода источников и потребителей



заключается в выделении вершины расчетной схемы, после чего достаточно щелкнуть на ней правой клавишей мыши и во всплывающем меню выбрать соответствующую категорию: узел, источник или потребитель, после чего в указанной вершине появится условное изображение выбранного элемента. Если в вершине уже расположен потребитель либо источник природного газа, то выбор пункта всплывающего меню "Узел" приведет к удалению существующего элемента из выбранной вершины.

Удаление – режим удаления участков расчетной схемы. При включенном режиме курсор приобретает вид стрелки с косым перекрестьем красного цветом. Для удаления выбранного участка нужно подвести курсор примерно к его середине и нажать левую клавишу мыши. Если на схеме находится группа выделенных участков, то будет удалена вся группа.

Расчетный участок удаляется вместе с элементом (источником или потребителем), расположенном в его конечной вершине.

Разделить участок – режим предназначен для ввода вершины, расположенной на существующем участке. Для установки новой вершины на выбранном участке при включенном режиме щелкните левой клавишей мыши на выбранном участке в месте установки новой вершины, после чего расчетный участок будет разделен на два. Свойства новых участков будут идентичны разделенному, за исключением длины. Длины участков при разделении будут рассчитаны пропорционально положению новой вершины расчетной схемы на разделяемом участке.

5.3 Панель расчетов



X

Параметры расчета – открывает диалоговое окно "Параметры расчета":

Настройки программы	×
Параметры расчета	ОК
Характеристики газа	
Плотность м3/кг: 0.78	Отмена
Кинематическая вязкость: 1.4е-005	
Барометрическое давление: 745	
Температура, *С: 5	
Режим расчета	
Прямой С Обратный	
Проверка	
🗖 Выполнять проверку уровня давлений	

Удельный вес, коэффициент кинематической вязкости, барометрическое давление и температура газа – физические параметры транспортируемой среды.

Проверка уровня давлений – контроль соответствия расчетных параметров процесса его формальным ограничениям.

Расчет – выполнить поверочный гидравлический расчет системы распределительных газопроводов

Тест данных – проверка исходных данных на полноту и непротиворечивость. В процессе работы процедура "Тест данных" последовательно проверяет все параметры расчетной схемы. При обнаружении ошибочной ситуации выдается диагностическое сообщение об ошибке в исходных данных, соответствующий элемент расчетной схемы выделяется контрастным цветом и открывается окно свойств элемента для исправления ошибочной ситуации.

f Подбор диаметров. Вычисление стандартных диаметров трубопроводов в соответствии с заданным минимальным давлением в системе распределительных газопроводов. Перед расчетом следует определить величину минимального давления в открывающемся диалоговом окне. Стандартные диаметры вычисляются в

соответствии с применяемой таблицей стандартных диаметров (Сервис/Настройки/Стандартные диаметры)

Подбор диаметров не выполняется для участков, в свойствах которых установлен запрет на изменение диаметра (диаметр "зафиксирован").

Σ Расчет газопотребления. Открывает диалоговую форму для расчета часовых расходов природного газа. Работа с таблицей описана в разделе 4.4. Руководства.

• Прямой Направление расчета – задает режим выполняемого расчета: прямой расчет– расчет давлений потребителей при заданной геометрии системы распределительных трубопроводов, давлениях и мощностях (производительностях) источников газа и расходах потребителей газа, обратный – расчет давлений источников газа при заданной геометрии системы распределительных трубопроводов, давлениях и расходах потребителей газа.

5.4 Панель "Вид"

100% 🔽 🥵 💥 🛱 🖫

Элементы панели предназначены для изменения видимого изображения расчетной схемы газопроводов и подложки (при ее использовании), для создания более комфортных условий работы пользователя со схемой газопроводов. Управляющие элементы панели обеспечивают ступенчатое увеличение, либо уменьшение исходного масштаба расчетной схемы, панорамирование схемы газопроводов вместе с подложкой, режим масштабирования схемы любого размера в границы рабочего окна по ширине или высоте схемы, отображения всей схемы в пределах рабочего окна для ее обзора, а также возврат к исходному масштабу ввода (100%).

100% Масштаб. Установка масштаба производится выбором из выпадающего списка. Для установки требуемого масштаба изображения достаточно "щелкнуть" по выбранному в списке масштабу изображения.

Подложка не является компонентом расчетной схемы или непременным атрибутом исходных данных, поэтому изменения масштаба подложки в отсутствие хотя бы одного элемента (участка) схемы не происходит.

Отображение подложки. Изображение подложки можно отключить "отжав" кнопку. Состояние по умолчанию – отображать подложку (кнопка утоплена).

Отображение координатной сетки. Изображение сетки можно включить "нажав" кнопку. Для отключения изображения сетки следует "отжать" кнопку. Состояние по умолчанию – не отображать координатную сетку Включение режима "Привязать к сетке" позволяет устанавливать узлы сочленений трубопроводов только в узлах координатной сетки, реализуя, таким образом, режим ортогонального, диагонального или комбинированного ввода. При включенном режиме "Привязать к сетке" (Сервис/Настройка/Настройка сетки) при вводе больших схем существенно облегчается ввод расчетной схемы.

Показать/Скрыть узлы (вершины) расчетной схемы. Работа с этим элементом панели аналогична управлению отображением координатной сетки.

При выводе результатов расчетов и исходных данных на расчетную схему системы газоснабжения узлы соединения участков трубопроводов "провоцируют" вывод избыточных данных. Отключение изображения узлов расчетной схемы подавляет вывод избыточной информации.

Показать/Скрыть указатели направления потоков. Работа с этим элементом тоже аналогична работе с двумя последними элементами управления.

При расчете сложных систем газоснабжения и (или) незначительных перепадах давления на расчетных участках направление потоков газа иногда не является очевидным. В такой ситуации целесообразно воспользоваться этим элементом панели.

• Непрозрачный текст. Этот элемент работает так же, как и предыдущие. Состояние по умолчанию – прозрачный текст.

Иногда бывает сложно считать с расчетной схемы значение какого-либо параметра из-за наложения некоторых элементов схемы или ее параметров. В этом случае режим непрозрачного текста может помочь считать необходимые исходные данные или результаты расчета.

5.5 Панель параметров отображения

Эта инструментальная панель действует аналогично команде главного меню "*Сервис/Настройки/Раскраска схемы*" и позволяет установить размер, цвет и прочие атрибуты шрифта для выбранного параметра расчетной схемы без обращения к форме "Настройки программы". Для установки предпочтительных атрибутов вывода параметров следует выбрать наименование параметра из выпадающего списка и установить его атрибуты на панели обычным для приложений Windows способом: нажимая соответствующие кнопки панели для придания выбранному параметру желаемого графического вида.

Панель имеет полезное дополнительное свойство фильтра, которое позволяет выводить значения выбранного в списке параметра, очищая рабочий экран программы от элементов предыдущего вывода.

Г Включает диалоговую форму "Раскраска схемы" окна "Настройки программы".

∇= Фильтр. Включает вывод на расчетную схему выбранного в списке параметра и очищает экран от результатов предыдущего вывода (режим "одиночного вывода").

Номер узла Список параметров. Позволяет установить графические атрибуты выбранному параметру, При включенной кнопке "Фильтр"

реализует режим "одиночного вывода". Работа с раскрывающимся списком не отличается от обычных приемов работы с управляющими элементами Windows.

Выбор вида шрифта для выбранного параметра.

Выбор размера шрифта для выбранного параметра.

-

ж к ч Установка дополнительных графических атрибутов для выбранного шрифта: полужирный, курсив, подчеркнутый.

Установка цвета фона расчетной схемы (по умолчанию – стандартный цвет рабочего окна приложения Windows).

А Установка цвета шрифта выбранного параметра расчетной схемы (по умолчанию цвет шрифта для всех параметров - черный).

5.6 Панель параметров ввода.



Панель позволяет быстро, без обращений к соответствующим командам меню, определить некоторые параметры расчетной схемы и режимы ввода графических данных.

Установка режима давления для новой схемы газопроводов
 (высокое, среднее, низкое) выбором ступени давления из выпадающего списка.

🗂 Сталь

-

Arial

11

•

Установка материала трубопроводов по умолчанию.

Привязать к узлу. Этот режим позволяет устанавливать узлы сочленения трубопроводов в вершинах координатной сетки. При щелчке левой клавишей мыши в режиме ввода элементов расчетной схемы координаты узла расчетной схемы принимаются равными координатам ближайшей вершины координатной сетки. Изображение расчетной схемы при включенном режиме получается более "аккуратным" и сам процесс ввода графических данных отнимает меньше времени, особенно если включен режим автоматического расчета длин участков.

Режим работает даже при выключенном отображении координатной сетки, когда оно не выводится в рабочее окон программы.

Расчет коэффициента длины. Режим предназначен для вычисления коэффициента пересчета между физической длиной отрезка в рабочем окне программы и длиной этого отрезка в единицах измерения длины трубопроводов (метрах). Для того чтобы установить такое соответствие следует нажать эту кнопку панели, щелкнуть левой клавишей в любом месте рабочего окна программы и, удерживая левую клавишу нажатой, провести отрезок необходимой длины и отпустить клавишу (*Мерный отрезок изображается пунктирной линией*). В поле ввода длины появляющегося окна вводится значение длины мерного отрезка в

метрах. После такой процедуры длины участков трубопроводов рассчитываются программно, пропорционально заданной длине мерного отрезка.

Эта процедура может

Ввод длины	×
Значение длины:	Ввод
376	Отмена

выполнятся несколько раз при вводе одной расчетной схемы, при этом задание определение нового мерного отрезка<u>не приводит</u> к изменению уже введенных данных.

Настройки. Позволяет открыть форму "Настройки программы" без обращения к главному меню программы.

5.7 Вывод параметров.

<u>†N †P †Q †L †D †Qn †F †dP †Q †≜</u>

Инструментальная панель "Вывод параметров" управляет отображением исходных данных и результатов расчета на расчетную схему трубопроводов. Кнопка, соответствующая определенному параметру в нажатом состоянии включает вывод его значения на расчетную схему, в выключенном – отключает вывод параметра.

Панель реализует принцип "группового вывода". Включение очередной кнопки панели добавляет значение выбранного параметра к ранее выведенным. Таким образом, можно определить группу параметров, одновременный вывод значений которых необходим для анализа параметров расчетной схемы. Выключение кнопки отменяет вывод значений выбранного параметра на расчетную схему. Описание элементов панели приведено на рис.21.

5.8 Ввод параметров.



Панель "Ввод параметров" предоставляет возможность определить свойства

расчетной схемы элементов без использования окон свойств элементов и позволяет присвоить заданное значение параметра прямым указанием курсором выбранного элемента. Для ввода значения параметра расчетной схемы с инструментальной помощью панели "щелкнуть" лостаточно кнопку параметра выбранного на

Произ	водительност	ь/расход	×
Знач	ение параметра:		
100	0		▼
	Установить	Отмена	1

инструментальной панели (Рис.22), ввести его значение в открывшемся окне диалога и, выбирая курсором элементы расчетной схемы, присваивать им установленное значение параметра, щелкая левой клавишей мыши. Для выхода из режима достаточно переключить режим на панели инструментов, например, включить основной режим выбора элементов.
Вывод нумерации вершин (узлов) расчетной схемы







Рис 22. Панель ввода параметров.

5.9 Универсальная панель ввода параметров.

Давление узла 💌	

Универсальная инструментальная панель ввода параметров предоставляет еще одну возможность для быстрого определения параметров расчетной схемы без работы с окнами свойств элементов. Раскрывающийся список в левой части панели позволяет выбрать один из параметров для ввода, поле в правой части панели – установить значение выбранного параметра. Дальнейшие действия по присвоению заданного значения элементам полностью аналогичны описанным в предыдущем разделе. Давление узла Список параметров. Выбор требуемого параметра из списка производится обычным приемами работы с раскрывающимися списками Windows.

Кнопка быстрого ввода. Позволяет ввести числовое значение параметра, не прерываясь на работу с клавиатурой.

Присвоить. Кнопка активизирует режим ввода заданного значения выбранного параметра расчетной схемы путем его явного указания курсором мыши.

Список значений параметров. Выбор ранее введенного числового значения параметра из списка производится обычными приемами работы с раскрывающимися списками Windows.

5.10 Панель поиска.

🖳 🏥 🖾 🛴 🛝

Панель поиска предназначена для выбора элемента расчетной схемы, один или несколько атрибутов или параметров которого отвечают сформулированным условиям. Найденный элемент окрашивается контрастным цветом (выделяется) и расчетная схема смещается таким образом, что найденный элемент располагается в пределах рабочего окна программы.

Найти. Кнопка активизирует диалоговое окно поиска, с помощью управляющих элементов которого могут быть сформулированы условия поиска. Этот элемент панели работает аналогично команде главного меню "*Сервис/Поиск*". Работа с окном поиска описана в разделе 4.5, изображение окна поиска приведено на рис.16.

Поиск минимальных и максимальных значений технологических параметров расчетной схемы. Установка атрибута для поиска экстремума производится в одном из диалоговых окон:

 Давление источника Давление источника Давление потребителя Давление потребителя Давление потребителя О Производительность ист 	Поиск минимума	Поиск максимума	×
 Расход потребителя Поток на участке Перепад на участке Перепад на участке 	 Давление источника Давление потребителя Производительность ист Расход потребителя Поток на участке Перепад на участке 	 Давление источника Давление потребителя Производительность источника Расход потребителя Поток на участке Перепад на участке 	Найти Отмена

<u>†ტ</u>

Продолжить поиск. В расчетной схеме может оказаться несколько элементов, отвечающих сформулированным условиям поиска. Для того чтобы в такой ситуации не повторять заново ввод условий поиска, можно воспользоваться этой кнопкой для возобновления поиска по ранее сформулированным условиям.

Найти максимум. Эта кнопка панели поиска позволяет найти элемент расчетной схемы с максимальным значением заданного атрибута (технологического параметра).

Чем Найти минимум. Действует аналогично предыдущему элементу панели, но отыскивает элемент расчетной схемы с минимальным значением атрибута заданного атрибута.

Продолжить поиск заданного экстремума. Элемент обеспечивает продолжение поиска экстремума в ранее определенном направлении.

6. Ввод данных

6.1 Создание расчетных схем

Ввод расчетных схем систем распределительных трубопровод состоит из ввода графической части расчетной схемы: участков трубопроводов, узлов сочленений, потребителей и источников системы газоснабжения и описательной – значений технологических параметров конструктивных элементов системы.

Программа позволяет реализовать как совмещенную, так и раздельную технологию ввода графической и описательной компонент данных.

Для создания расчетной схемы, прежде всего, следует создать новый файл данных, используя команду "Новая" меню "Схема", либо использовать кнопку 🗅 основной панели инструментов и определить режим гидравлического расчета, соответствующие помощью выполнив установки с меню "Сервис/Настройки/Параметры расчета" или кнопки ¹¹²⁷ инструментальной панели параметров ввода. Там же следует определить ступень давления рассчитываемой схемы 🕇 Низкое • материал трубопроводов по умолчанию и направление расчета 🍄 Прямой 🗂 Сталы • • на инструментальной панели расчетов или в меню "Сервис/Настройки/Параметры расчета".

Ввод	расчетной	схемы	выполі	няется	В	режиме	добавлен	ия меню
Выделить	,	•		"Реда	акти	ровать",	который	можно
Добавить)	🗸 Узел		вклю	читі	s KH	опкой	панели
Удалить		Источн	ик	редан	стир	ования 🖍	•, пос	ле чего
Разделить		Потреб	битель	курсо	op 1	триобретет	форму	стрелки с

условным изображением элемента, который по умолчанию будет расположен в конечной вершине введенного участка. Управлять установкой элементов в конечной вершине можно выбором элемента списка команды "Добавить" меню редактирования или списком кнопки "Добавить" одноименной панели инструментов.

Для ввода участка достаточно щелкнуть левой клавишей мыши в нужном месте, в результате чего в заданной точке появится начальная вершина расчетного участка трубопровода, которая становится активной вершиной, после чего следует немного сместить курсор в направлении конечной вершины



расчетного участка и снова нажать левую клавишу. Далее ввод можно продолжать в

режиме "резинового шнура", перемещая мышь и удерживая левую клавишу до точки положения конечной вершины вводимого участка. В месте расположения конечной вершины расчетного участка левую кнопку следует отпустить, после чего в заданном месте будет установлена конечная вершина расчетного участка, которая, в свою очередь, становится активной. В конечной вершине введенного участка будет установлен один из элементов списка команды "Добавить" с нулевыми значениями технологических параметров. Элементов по умолчанию является вершина (узел сочленения трубопроводов).

Если в параметрах ввода включен расчет длины участка и на панели вывода активизирован вывод длин участков, то текущая длина расчетного участка отображается рядом с курсором в течение ввода участка. При достижении заданной длины и положения расчетного участка левую клавишу мыши следует отпустить.

По умолчанию, активной вершиной является последняя введенная и ввод очередного участка начинается с последней введенной вершины. Для смены активной вершины и продолжения ввода участков от любой из ранее установленных вершин достаточно переместить курсор к выбранной вершине и щелкнуть левой клавишей мыши, после чего указанная вершина становится активной (изменяется цвет вершины) и ввод расчетной схемы продолжается по ранее описанным правилам.

Программа предлагает разнообразные приемы ввода как графической, так и описательной части исходных данных. Полезным приемом снижения трудоемкости графического ввода является работа с подложкой. Например, при проектировании систем газоснабжения в качестве подложки может быть использована отсканированная карта или план (Генплан) населенного пункта. Последовательность действий по масштабированию длин расчетных участков приведена на Рис.23.



Рис 23. Установка длины мерной линии.

После определения таким образом коэффициента длины отрезков ввод участков можно выполнять намного быстрее: нет необходимости "растягивать" участок до достижения требуемой длины - после установки начальной вершины участка достаточно щелкнуть левой клавишей мыши в том месте подложки, где предполагается расположить конечную его вершину.

Аналогичным образом можно использовать отсканированное изображение исходной расчетной схемы.



Рис 24. Применение координатной сетки.

Если исходная схема выполнена с применением масштаба, то следует, как и в предыдущем примере, установить длину мерной линии по известной длине любого участка трубопровода. Затем нужно настроить размеры координатной сетки "*Сервис/Настройки программы/Настройка сетки*" так, чтобы вершины схемы на подложке располагались "достаточно близко" к узлам координатной сетки и включить режим "Привязать к сетке".



🗹 Привязать к сетке

После таких подготовительных операций для ввода расчетной схемы достаточно последовательно "прощелкать" левой клавишей мыши вершины исходной расчетной схемы (подложки) по направлению трубопроводов. По завершении ввода можно удалить подложку ("Редактировать/Удалить подложку"). Для большей наглядности ввода можно изменить толщину и цвет линий расчетной схемы так, что бы процесс ввода был более наглядным.

При применении технологии раздельного ввода графической и описательной (технологической) частей данных ввод расчетных участков целесообразно продолжать до тех пор, пока не будет введена вся расчетная схема Далее распределительных трубопроводов. следует определить положение источников газа и его потребителей.

Для определения положения источников газа достаточно сделать активной вершину, в которой он расположен, нажать правую клавишу мыши и в появившемся всплывающем меню установить признак источника газа.



Аналогичных результатов можно добиться, открыв окно свойств элемента, используя то же всплывающее меню:

Свойства узла		×
енование:	Тип узла С Узел О Источник С Потребитель	Применить Отмена Помощь
Давление, кгс/см2 Производительность, м3	5.90012 8/час 4000	

Расположить источники газа в заданных вершинах расчетной схемы достаточно просто, так как число их обычно невелико. Потому не так уж и важно, каким образом можно определить ИХ положение. Более трудоемким процессом является определение потребителей положение природного газа. Точно так же, как и для источников, ввести потребителей расчетной схемы можно определением свойств

узла расчетной схемы в выпадающем меню или окне свойств, но более быстрым является следующий.

После того, как введены все участки расчетной схемы, на инструментальной панели редактирования следует сменить установку элемента по умолчанию "Узел"



на элемент списка "Потребитель". Изображение на кнопке изменится в соответствии с приведенным рисунком. После этой операции щелчок левой клавиши мыши на выбранной вершине приведет к установке в заданном узле расчетной схемы потребителя природного газа с нулевыми значениями расхода и

давления. Аналогичное переключение элементов ввода может быть выполнено командой главного меню "*Редактирование/Добавить/Потребитель*".

Такое переключение можно выполнять и в процессе ввода участков расчетной схемы, но практика показывает, что технология с раздельным вводом технологических элементов является более экономной с точки зрения трудоемкости ввода.

После ввода расчетных участков, потребителей и источников газа необходимо определить технологические параметры элементов схемы. При использовании технологии раздельного ввода данных удобнее всего воспользоваться Панелью ввода

параметров (Раздел 5.8, Рис 22). Панель ввода параметров позволяет задать численное значение выбранного технологического параметра без



использования окон свойств элементов. Выбор параметра выполняется щелчком по изображению параметра на панели, ввод числового значения – вводом

соответствующего числа в поле формы "Ввод параметра". Далее присвоение конкретных значений выбранным элементам схемы производится щелчком левой



клавиши мыши по этим элементам.

Целесообразна согласованная работа с двумя панелями: ввода и вывода параметров. Прежде, присваивать чем элементам конкретные значения параметра полезно

<u>†N</u> †P †Q †L †D †Qn †F †dP †Q †📩

включить аналогичную кнопку панели вывода. Такая работа позволяет контролировать присваиваемые значения параметров конкретным элементам схемы, снижая трудоемкость ввода за счет исключения использования режима выделения элементов для контроля их свойств.

При использовании панели ввода параметров возможны эффективные групповые операции присваивания. Следует выделить элементы схемы (участки, источники, потребители), нажать кнопку определяемого параметра (выбрать параметр) и ввести требуемое значение параметра (определить параметр). Так же, как для одного элемента и выполнить присваивание любому из выделенных элементов. В результате подобной групповой операции значение параметра будет присвоено всем выделенным элементам.

Если невозможно выделить элементы одной группой внутри прямоугольника рабочей области экрана, их можно собрать в группу, если в режиме выделения щелкать по ним левой клавишей мыши при нажатой клавише клавиатуры Ctrl.

Давление узла 💌	ĺ
	4

Универсальная панель ввода объединяет работу двух элементов – панели ввода параметров и формы для ввода числовых значений. Применение той или иной панели для ввода данных определяется предпочтениями пользователя.

Альтернативой панели вывода параметров является панель параметров отображения:



кнопка [¬] которая позволяет включить вывод параметра из списка отображаемых.

При использовании технологии совмещенного ввода данных технологические параметры введенного элемента следует определять сразу же после ввода соответствующего графического элемента. Для ввода параметров расчетного участка нужно установить курсор примерно на середину участка, нажать правую клавишу мыши, во всплывающем меню выбрать строку "Свойства" и определить параметры участка в диалоговом окне "Свойства газопровода» (Рис.25). Кроме общеизвестных

Удалиты Свойства...

параметров расчетных участков, таких как длина, диаметр и материал трубопровода, окно свойств позволяет определить такие параметры, как коэффициент эквивалентной гидравлической шероховатости, потери давления на преодоление местных сопротивлений и путевые (транзитные) расходы для сетей низкого давления.

В распределительных сетях любых степеней давления наиболее существенная потеря энергии движения потока газа (потеря давления) затрачивается на преодоление сил трения о стенки трубопровода, величина которых зависит от материала и состояния внутренней поверхности трубопровода.

Величиной, позволяющей сопоставить различные геометрические параметры внутренней шероховатости труб различного сортамента и материалов является коэффициент эквивалентной гидравлической шероховатости **Кэкв**, вычисляемый на основании обработки множества эмпирических данных.

Для новых стальных труб **Кэкв** обычно принимается равным 0.1 мм, для труб, пролежавших на открытом складе 2-3 года, **Кэкв** составляет 0.18-0.33 мм., для полиэтиленовых – 0.007 мм.

Свойства газопров	ода			×
Физические парам	етры			
Длина, м:	<u>175</u>	Пут.р-д	0	
Диаметр, мм:	0 💌	Кэкв, мм:	0.1	
Материал:	Сталь 💌	Местные сопр. [%]:	0	
🔲 Диаметр зафик	сирован			
Местонахождение	:		•	
Расчетные параме	етры			
Поток:	0	Перепад давления:	0	
	Примени	пть Отмена	Помощь	

Рис. 25 Диалоговое окно "Свойства газопровода"

Следует учитывать, что хотя и приведенные значения **Кэкв** являются многократно подтвержденными расчетной практикой, тем не менее, носят скорее справочный характер, так как реальное состояние внутренней поверхности трубопровода зависит от множества факторов и наиболее точно может быть получено только экспериментальным путем.

Местные сопротивления для систем распределительных газопроводов представляют относительно меньшую долю потери от общего перепада давления, и поэтому при гидравлическом расчете их допускается учитывать 5-10% увеличением строительной длины газопровода.

При поверочных расчетах газопроводов, вызванных, как правило, снижением давления на источниках газа ниже нормативного, возросшим сопротивлением канала трубопровода (увеличением перепада давления на расчетном участке) или сверхлимитным потреблением природного газа, потерями давления на местные сопротивления обычно пренебрегают как относительно малой постоянной величиной.

Путевой (или транзитный) расход газа является допустимым упрощением модели расчетного участка для сетей низкого давления. Эта упрощенная модель

применяется для участков с множеством равномерно распределенных по длине трубопровода отборов природного газа примерно одинаковой величины. В упрощенной модели такого участка путевой (транзитный) расход распределяется поровну между начальной и конечной вершинами расчетного участка в качестве сосредоточенных расходов газа.

Для ввода параметров источника или потребителя природного газа, после ввода соответствующей вершины необходимо нажать правую клавишу мыши,

выбрать во всплывающем меню пункт "Потребитель" и "щелкнуть" на нем левой клавишей мыши. В вершине появится условное изображение выбранного элемента, после чего щелчком на нем правой клавиши и выбором пункта всплывающего меню "Свойства", заполнить соответствующими значениями технологических параметров диалоговое окно свойств элемента.

	Узел
	Источник
4	Потребитель
	Удалить
	Свойства

Свойства узла		×
	Тип узла О Узел О Источник О Потребитель	Применить Отмена Помощь
Наименование:		
Давление, мм вод.ст.	0	
Расход, м3/час	0	

Рис. 26 Диалоговое окно "Свойства узла"

Группа элементов "Тип узла" позволяет определить элемент расчетной схемы, находящийся в выбранной вершине. Для установки нужного элемента достаточно щелкнуть клавишей мыши против выбранного элемента.

Поле окна "Давление" используется при обратном гидравлическом расчете для определения необходимого выходного давления источников природного газа.

Завершив ввод данных, полезно проверить их корректность и полноту процедурой "Тест данных", которая запускается кнопкой на панели расчетов. Тест данных последовательно проверяет все введенные данные на полноту и непротиворечивость. При обнаружении недостоверных данных выводится диагностическое сообщение об обнаруженной ошибке, соответствующий элемент расчетной схемы выделяется на экране и открывается его окно свойств для исправления ошибки.

Гидравлический	і калькулятор	×			
недос	товерное значение диа	метра трубопровода			X
_	ок		Пут.р-д	0	
	Диаметр, мм:	0 🖌 🔍	Кэкв, мм:	0.01	
	Материал:	Полиэтилен 💌	Местные сопр. [%]:	0	
	🔲 Диаметр зафикс	зирован			
	Местонахождение:			•	
	Расчетные парамет	тры			-
	Поток:	220	Перепад давления:	0.0320022	
					-
		Применит	гь Отмена	Помощь	

Если ошибок в данных не обнаружено, соответствующее сообщение процедуры "Тест данных" выглядит следующим образом:

Гидравл	чческий калькулятор	×
(į)	Данные корректны.	
	ОК	

Допускается наличие в расчетной схеме заданной ступени давления гидравлически независимых компонент. Существование изолированных компонент расчетной схемы (не имеющих источника газа) допускается при наличии хотя бы одного источника газа для рассчитываемой ступени давления системы газоснабжения. Гидравлический расчет для изолированных компонент расчетной схемы не выполняется.

6.2 Редактирование расчетных схем

Редактирование расчетных схем заключается в изменении свойств элементов расчетной схемы и/или положения ее геометрических элементов. Основным рабочим инструментом редактирования является одноименная инструментальная панель. Для изменения свойств технологических элементов расчетной схемы следует 漸 использовать режим выделения элементов и правую клавини мыши, откраивающее окно свойств выбранного элемента посредством всплывающего меню. При выделении участка расчетной схемы курсор приобретает форму стрелки с перекрестьем и условным изображением трубопровода, при выборе вершин - с условным изображением вершин расчетной схемы Аналогичным образом можно выполнить удаление выбранного элемента, либо использовать соответствующую кнопку инструментальной панели. 💉 группового Для удаления элементов расчетной схемы следует выделить выбранную группу элементов и поступить аналогичным образом.

Кнопка "Разделить" позволяет установить вершину на ранее введенный участок таким образом, что выбранный участок оказывается разделенным на два в точке, указанной щелчком левой клавиши мыши, с одинаковыми параметрами, за исключением длины трубопровода, которая вычисляется пропорционально длинам вновь образованных отрезков прямой.

Для изменения положения вершин расчетной схемы выделите вершину, которую необходимо переместить, и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, переместите вершину на новое место. Длина расчетных участков при такой операции сохранится неизменной.

К числу операций редактирования данных относятся также режимы вырезать/копировать/вставить, которые могут выполнятся как относительно отдельного элемента расчетной схемы, так и в групповом режиме для выделенного подмножества элементов с использованием буфера обмена Windows.

Операции Выделить/Копировать/Вырезать/Вставить являются стандартными операциями приложений Windows для групповых операций с данными. Для выделения группы элементов расчетной схемы при включенной кнопке *("Редактировать/Выделить/Режим выделения")* нужно, удерживая нажатой левую клавишу мыши, "протащить" курсор примерно по диагонали прямоугольника, описывающего выделяемую группу. Выделенная группа элементов будет раскрашена контрастным цветом и готова к выполнению групповой операции.

Для отмены выделения достаточно щелкнуть левой клавишей вне воображаемого прямоугольника, описывающего группу выделенных элементов или воспользоваться командой главного меню "*Pedakmupoвamb/Bыdeлumb/Cнять выdeление*".

При необходимости соединения концевой вершины нового участка с уже существующей вершиной расчетной схемы, например, вводе при кольца или присоединении скопированного ("Выделить/Копировать/Вставить") фрагмента расчетной схемы к уже



существующему участку, следует совместить соединяемые вершины таким образом, что бы совпали центры соединяемых вершин. При этом программой будет выдано приведенное сообщение. При случайном соединении вершин следует отказаться от соединения вершин и "растащить" их друг от друга, во избежание ошибочной интерпретации результатов расчетов.

Программа обладает алгоритмической устойчивостью к образованию изолированных компонент расчетной схемы (не имеющих гидравлической связи с источником газа). При обнаружении такой компоненты она просто исключается из расчета. (Правый фрагмент схемы на приведенном рисунке)



7. Гидравлический расчет газовых сетей

7.1. Термины и определения.

Система газоснабжения - совокупность технологических элементов, включающая в себя, возможно независимые, системы распределительных трубопроводов различных ступеней давления, источники, потребители природного газа, отключающие устройства и другие технологические элементы вспомогательного характера.

Ступень давления - технологически распределительные газовые системы делятся на три ступени давления (три сети): системы распределительных трубопроводов (сеть) высокого(12-3кг/см2), среднего (3-0.05) и низкого давления (<= 0.05). Система распределительных газопроводов населенного пункта включает в несколько распределительных систем трубопроводов, связанных себя по следующему принципу: некоторые узлы системы трубопроводов высшей ступени давления являются источниками для сети следующей (нисходящей) ступени давления. Комбинации ступеней давления в системах газоснабжения населенных пунктов определяются, в основном, величиной населенного пункта и режимом потребления природного газа. Максимальное число ступеней давления в системе газоснабжения - 3 (крупный город, областной центр), минимальное - 1 (низкое) небольшой населенный пункт (поселок). Сети различных ступеней давления в пределах одной системы газоснабжения являются гидравлически слабо связанными за счет регуляторов давления газа, расположенных на источниках соответствующей ступени давления, поэтому гидравлический расчет может выполнятся независимо ступени давления. каждой Кроме того, система распределительных ЛЛЯ трубопроводов определенной ступени давления может быть представлена несколькими независимыми (несвязанными между собой) фрагментами.

Источник газа - узел системы распределительных трубопроводов с давлением, превышающим давление во всех смежных узлах системы, через который осуществляется приток материальных потоков в систему распределительных трубопроводов. Система трубопроводов может иметь более одного источника газа. Технологически источниками газа могут быть газораспределительные станции для сетей высокого давления (ГРС) и газорегуляторные пункты (ГРП) для сетей высокого, среднего и низкого давления.

Опорный источник - источник газа максимальной производительности. Формальное понятие. Задается первым при вводе источников. Позволяет получить более точное первоначальное распределение потоков, снижающее число итераций при расчете установившегося потокораспределения. Правильно выбранный опорный источник сокращал время решения задачи с помощью ЭВМ на ранних этапах развития вычислительной техники. Устаревшее понятие для современных вычислительных систем.

Участок - минимальный расчетный элемент системы распределительных трубопроводов, характерным признаком которого является постоянство перепада давления. Границами расчетных участков обычно считаются точки разветвления и схождения потоков, точки перехода диметров, места подключения источников и потребителей к трубопроводной системе.

Узел (вершина) точки, определяющие разбиение системы распределительных трубопроводов на расчетные участки. Исходя из определения расчетного участка узлами (вершинами) системы распределительных газопроводов безусловно являются: точки смены диаметров трубопроводов, сочленения трубопроводов, точки расположения источников и потребителей природного газа.

Потребитель - узел системы распределительных трубопроводов с безвозвратным потоком (расходом) газа. Конструктивно потребитель системы газоснабжения представлен узлом редуцирования давления газа (ГРП, ГРУ). Узел редуцирования давления системы газоснабжения высшей ступени давления может являться источником газа для сети низшей ступени.

Отключающее устройство – технологический элемент системы газоснабжения, обеспечивающий разрыв материального потока. Конструктивно выполняется в виде клиновой или дисковой задвижки, расположенной в подземном сооружении – колодце или непосредственно установленной на трубопроводе при надземной прокладке (для сетей среднего и низкого давления)

Поток - материальный поток в пределах расчетного участка.

Расход - сток материального потока в узле распределительной системы (отбор, безвозвратный поток).

Сосредоточенный расход - расход, отнесенный к узлу распределительной системы трубопроводов.

Путевой (транзитный) расход - расход, отнесенный к участку распределительной системы. Понятие путевого расхода является расчетным упрощением, суть которого сводится к замене множества 'мелких' сосредоточенных расходов в пределах одного расчетного участка суммарной величиной их потребления, распределенных поровну между вершинами (узлами) расчетного участка. Применяется при расчете сетей низкого давления для снижения размерности задачи.

Давление узловое - расчетное давление в узле сети.

Давление минимальное (минимально-допустимое) - нижняя граница давления, при которой обеспечивается нормальная работа потребителей. Все узловые давления должны быть больше или равны минимальному. Применяется при проектировании сети для вычисления минимальных диаметров расчетных участков.

Минимальный перепад - нижняя граница перепада давления на расчетном участке. Расчетные перепады давления на участках должны быть больше минимального. Применяется при проектировании сетей низкого давления для гарантированного соблюдения режима газоснабжения. Косвенно задает минимальную скорость потока газа, при которой не возникает опасности закупорки трубопровода гидратообразованиями.

Граф - математическая структура, объединяющая множества ребер и вершин графа в единую структуру. Применяется для задания геометрической конфигурации

систем трубопроводов. В отношении задачи гидравлического расчета понятия ребра и вершины графа являются идентичными расчетным участкам и узлам сети соответственно.

Неориентированный граф - граф, на котором не задано направление ребер. При вводе данных система трубопроводов рассматривается в качестве неориентированного графа.

Ориентированный граф - граф с определенным направлением ребер. После расчета потокораспределения схема газопроводов рассматривается как ориентированный граф, направление ребер которого определяется потоком по расчетному участку.

Вершина графа - узел системы распределительных трубопроводов, имеющий уникальный номер. Используется для определения положения источников и потребителей на схеме газопроводов и идентификации расчетных участков (каждый расчетный участок имеет однозначно определяющую его пару целых чисел - номер начальной и конечной вершины).

Путь. В ориентированных графах под путем понимается неповторяющаяся последовательность вершин между двумя принадлежащими графу вершинами. Соответственно, *кратчайшим путем* является путь, содержащий минимальное число вершин. Множество кратчайших путей образует *дерево графа*.

Дерево графа - связное подмножество вершин и ребер графа, в котором из любой вершины графа существует единственный путь к корневой вершине. Используется для вычисления начального потокораспределения.

Кольцо - замкнутый путь (контур) графа, не имеющий внутренних пересечений.

Система колец - совокупность всех независимых контуров графа. Используется для расчета установившегося потокораспределения и решения третьего уравнения Кирхгофа.

Фрагмент схемы (графа) - совокупность (несвязных) ребер графа, объединенных по некоторому признаку. Используется для установки признаков расчета при проектировании сетей и выводе исходных данных и расчетных параметров и результатов решения технологических задач.

7.2 Поверочный расчет газопроводов

Гидравлические расчеты распределительных газовых сетей выполняются на основании общих уравнений газовой динамики, устанавливающих связь между диаметром трубопровода, потоком газа и перепадом давления для участка трубопровода известной длины и конструкции, и математических методов, обеспечивающих решение задачи гидравлического расчета с заданной точностью.

В общем случае, задача гидравлического расчета сводится к определению потоков (и диаметров) участков распределительной системы трубопроводов при известных нагрузках с учетом технологических и экономических ограничений.

Участком расчетной схемы считается фрагмент трубопровода, в пределах которого не происходит изменения материального потока или диаметра трубопровода (требование постоянства перепада давления).

В практике эксплуатационных организаций конфигурация сети, длины участков распределительных трубопроводов, их диаметры, нагрузки потребителей и давления источников, а также технологические ограничения (допустимые давления потребителей), в общем случае, известны, а наибольший интерес вызывает расчет технологических параметров системы газоснабжения, в первую очередь, давлений и перепадов, при изменяющихся расходах потребителей, различных давлениях источников и изменениях геометрических параметров системы газоснабжения.

Такой подход позволяет свести полную задачу к задаче поверочного гидравлического расчета — когда все параметры системы газоснабжения известны и требуется определить потоки по участкам сети и давления в узлах системы распределительных трубопроводов.

1. Допущения

При расчете распределительных систем газоснабжения обычно принимаются следующие допущения:

- трубопроводы расположены в горизонтальной плоскости;
- поток газа считается изотермическим;
- местные сопротивления учитываются увеличением длины участков на 5 10%;
- путевые расходы газа распределяются как сосредоточенные между смежными узлами.
- 2. Расчет потоков

При известных узловых расходах (нагрузках потребителей) расчет потоков производится с использованием известных аналогов законов Кирхгофа для газовой сети:

$$\sum_{i=1}^{M} Q_i = \sum_{j=1}^{N} Q_j ;$$

- I. Суммарный расход источников газа равен суммарному потреблению сети.
- II. Суммарный поток, входящий в узел сети, равен сумме потоков, исходящих из этого узла.

$$\sum F_{ij} + Q_j = 0;$$

Основываясь на этих положениях, легко рассчитать распределение потоков по любой разветвленной системе трубопроводов с одним источником газа. Выбирая поочередно наиболее удаленный от источника узел системы и продвигаясь против потока газа, складываем его потребление с величиной потока, исходящего из этого узла, определяем тем самым поток по следующему участку. Если поток на следующем участке уже определен, (точка разветвления потоков), то найденный поток складывается с ним. Пройдя, таким образом, всю сеть, получим полную картину установившегося потокораспределения:



После распределения потоков при известных длинах, диаметрах трубопроводов и давлении источника (т.1), рассчитать давления в узах системы трубопроводов несложно – начиная с источника, по направлению материальных потоков, последовательно определяем изменение энергии потока на расчетных участках (потерю давления) и вычисляем узловые давления с заданной степенью точности:



Вот так легко и просто решается, в принципе, задача поверочного гидравлического расчета для разветвленных тупиковых систем трубопроводов с одним источником. Изменив порядок вычисления давлений, так же просто, в этом случае, можно решить так называемую "обратную" задачу гидравлического расчета: определить давление источника потоков, необходимое для поддержания заданного давления в конечной точке системы. В этом случае следует начать вычисления с конечной точки системы трубопроводов и вычислять давления против направления потоков. При таком алгоритме для точек разветвления потоков (например, в т.2) вычисляется несколько величин узловых давлений. Для продолжения расчета давление в такой точке обычно принимается равным наибольшему из полученных. В рассматриваемом примере **P2 = Max{P2 3-4-5;P2 6-7-8}.**



После расчета необходимого давления источника результаты вычисления давления по всем сходящимся ветвям трубопровода, кроме одной, требуют пересчета по очевидными причинам: применение условия $Pi = Max{Pi1; Pi2... PiN}$ делает недостоверными часть ранее полученных результатов расчета узловых давлений, поэтому их необходимо пересчитать, теперь уже в прямом направлении (этапы 8-9-10 расчета).

Понятно, что при полученном в результате расчета распределении давлений во всех конечных точках системы распределительных трубопроводов, кроме исходной, давление будет, скорее всего, больше, чем необходимо для нормальной работы потребителей — таким образом, возникает необходимость в расчете диаметров трубопроводов, что и является целью проектного гидравлического расчета.

Описанные алгоритмы расчета гарантируют автоматическое соблюдение 2x первых законов Кирхгофа и не требуют применения контрольных процедур для проверки соответствия полученного решения ранее приведенным постулатам.

При закольцованной системе трубопроводов требуется соблюдение третьего условия:

$$\sum_{i=1}^{K} \Delta P_i = 0;$$

III. Суммарный перепад давления в замкнутом контуре равен нулю.



Для того, чтобы выполнить третье условие, необходимо определить соответствующие величины потоков по участкам кольца. При расчете тупиковых сетей было показано, что для них существует единственный вариант распределения потоков по участкам трубопроводной системы. При расчете закольцованной системы трубопроводов подобная однозначность изначально отсутствует. Более того, в

качестве начального распределения потоков можно принимать бесконечное множество вариантов.

Кольцом в системе распределительных трубопроводов называется замкнутый контур, не имеющий внутренних пересечений.

Интуитивно понятно, что процедура расчета потоков по закольцованным участкам должна каким-то образом "исправить" исходное распределение потоков изменением их величин и направлений таким образом, чтобы в результате получилась "истинная" картина распределения перепадов давления и потоков по участкам кольца.

Поскольку в качестве начального приближения по потокам может быть принято бесконечное множество вариантов, то, строго говоря, абсолютно все равно, какой из них выбирать, лишь бы не нарушались 2 "канонических уравнения". Эти условия легко соблюдаются, если "проигнорировать" один из участков кольца (например, участок 5-6 на приведенном рисунке) и определить направление и величину потоков так же, как и для тупиковых сетей. Участку, образующему кольцо, припишем нулевой поток. Легко убедиться, что при этом соблюдены все ранее описанные формальности и, таким образом, можно приступать к "исправлению" потоков с учетом поставленных ограничений.

Из формулировки третьего закона очевидно, что направление потоков по участкам кольца играет весьма существенную роль и, следовательно, для потоков необходимо определить правило знаков. Так как нам важно только относительное направление потока внутри замкнутого контура, то эта задача решается очень просто – принимаем произвольное направление обхода контура и считаем направление потоков, совпадающих с направлением обхода – положительным, а противоположное – отрицательным. Ясно, что то же самое происходит и с перепадами давления.

В результате обхода всего кольца в выбранном направлении и алгебраическим суммированием перепадов давлений по участкам замкнутого контура получим величину невязки давления в кольце, на основании которой вычисляются значения поправочных расходов для участков кольца.

$$\Delta F_{K} = \frac{\sum_{i=1}^{K} \Delta P_{i}}{A \sum_{i=1}^{K} \Delta P_{i} / Q_{i}}$$

На величину поправочных расходов изменяются потоки в кольце, и процесс повторяется до тех пор, пока величина невязки:

$$\Delta_{K} = \sum_{K} (p_{1i}^{2} - p_{2i}^{2}); \Delta_{K} = \sum_{K} (p_{1i} - p_{2i});$$

для сетей высокого и низкого давления, соответственно, не станет достаточно мала.

Такая процедура увязки колец называется методом контурных расходов (МКР), хорошо зарекомендовавшим себя для распределительных систем трубопроводов. Математически доказано, что для таких объектов этот метод имеет гарантированную сходимость, обусловленную диагональным преобладанием матрицы главных элементов системы линейных уравнений, полученных преобразованием исходной нелинейной системы по методу Лобачева-Кросса путем разложения в ряд каждого члена исходной системы и отбрасыванием из матрицы коэффициентов всех членов, не стоящих на главной диагонали.

Из изложенного ясно, что требование планарности системы трубопроводов является скорее качественным ограничением на применение описанных методов: решение не плоских систем трубопроводов приводит к тому, что возрастает влияние тех членов системы исходных уравнений, которые были отброшены на этапе линеаризации системы исходных уравнений. Поскольку конструктивно распределительные трубопроводные системы населенных пунктов проектируются как протяженные плоские объекты, некоторое возможное нарушение их планарности, скорее всего, не нарушит существенным образом диагонального преобладания матрицы главных элементов системы уравнений и погрешность расчета может оказаться в пределах допустимой.

Планарность исходной системы трубопроводов легко проверить с помощью следствия теоремы планарности Эйлера: Ny ≤ 3 * Nb – 6; где:

Ny - число ребер (участков) графа

№ - число вершин графа (для № ≥3)

Расчетная практика показывает, что абсолютное большинство трубопроводных систем населенных пунктов разворачивается на плоскость без разрывов – то есть их графы, (расчетные схемы) являются совершенно плоскими.

После определения потоков расчет давлений выполнить достаточно просто: перемещаясь от узла с известным (заданным) давлением по ходу материальных потоков следует вычитать из давления начального узла потери давления на расчетном участке, вычисленные по известным формулам, определяя тем самым давление в следующем узле. Когда будут пройдены все участки, все давления будут определены.

При сделанных ранее допущениях уравнения движения потока газа преобразованы в следующие рабочие формулы для гидравлического расчета газопроводов, рекомендованные СП:

для высокого и среднего давлений

$$P_1^2 - P_2^2 = 1,2687 \cdot 10^{-4} \lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l;$$

для низкого давления

$$P_1 - P_2 = 626, 1\lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l;$$

где *d* — внутренний диаметр участка трубопровода [см];

- Q_0 поток по участку трубопровода в нормальных условиях [$M^3/4$];
- λ коэффициент гидравлического трения;
- *ρ*₀ плотность газа в нормальных условиях [кг/м³];
- *l* длина расчетного участка [м];

При расчете коэффициента гидравлического трения состояние внутренней поверхности трубопровода учитывается с помощью эквивалентной абсолютной шероховатости *n*.

Для новых стальных труб *n* обычно принимается равным 0.1 мм, для труб, пролежавших на открытом складе 2-3 года, *n* составляет 0.18-0.33 мм, для бывших в эксплуатации – 1 мм, для полиэтиленовых - 0.007 мм, независимо от срока эксплуатации.

Из рабочих формул для расчета газопроводов очевидно, что перепад давления определяется, в основном, диаметром трубопровода и величиной потока газа по участку. При прочих равных условиях, увеличение потока по участку в два раза приведет к увеличению потерь давления в 4 раза, а при том же потоке уменьшение диаметра на 1/5 приведет к возрастанию потерь давления более чем в три раза. Эти ориентировочные зависимости полезно помнить при проектировании различных вариантов трубопроводных систем.

7.3 Проектный расчет газопроводов.

Сущностью проектного гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов таким образом, что бы обеспечивалось выполнение некоторых граничных условий. Обычно в качестве такого условия принимается минимальное давление, которое гарантированно должно соблюдаться для всех узлов трубопроводной системы при заданных расходах потребителей и давлениях на источниках материальных потоков.

Дополнительные требования к расчету в виде условия проектирования системы минимальной материалоемкости будут рассмотрены позже.

Сразу же понятно, что алгоритмически задача подбора диаметров на порядок сложнее обычного поверочного гидравлического расчета, и это действительно так, поскольку неизвестен один из определяющих параметров трубопроводной системы. Рассмотрим ранее приведенный пример трубопроводной системы при условии, что диаметры трубопроводов являются неизвестной величиной.

Предварительное распределение потоков можно выполнить по ранее



Рукодство пользователя

описанным правилам, тем более что для этого нет необходимости в диаметрах трубопроводов. Далее следует определить минимальное давление в проектируемой системе по правилу, которое применялось при обратном гидравлическом расчете для выбора давлений в точке схождения потоков: **Pmin = Max{Pmin1; Pmin2... PminN}**, где:

Pmin – минимальное гарантированное давление в трубопроводной системе;

Pmini – минимальное (узловое) давление, обеспечивающее заданный расход потребителя.

Теперь наступает довольно сложный этап – следует распределить перепады давления при отсутствующих диаметрах трубопроводов. Поскольку достоверно известны лишь предварительные величины и направления потоков, распределить перепады давления можно только опираясь на аппроксимирующие зависимости вида $\Delta P = AF^{**}\alpha$, сложность применения которых заключается в таком подборе значений коэффициентов A и показателей степени α , что полученное распределение перепадов давлений должно быть максимально близко к реальному распределению перепадов при предполагаемых диаметрах трубопроводов.

Поскольку в расчетной схеме присутствуют кольца, следует увязать потоки в кольце, используя приведенные аппроксимирующие зависимости в качестве рабочих формул для расчета перепадов давления. После работы этой части алгоритма решения задачи получаются определенными потоки по всем участкам системы трубопроводов и относительные перепады давления на участках, рассчитанные с помощью аппроксимирующих зависимостей.

Обратите внимание на то, что перепады давления являются относительными – то есть указывают только на предполагаемую зависимость перепада от величины потока по расчетному участку и никак не связаны с конкретными величинами давлений.

Установить такую зависимость несложно – достаточно промасштабировать относительный перепад давления на пути с максимальным относительным перепадом давления по заданному располагаемому (абсолютному) перепаду давления между узлами распределительной системы с максимальной и минимальной величинами физических давлений:



 $k = (P \max - P \min) / (P \max_{om_{H}} - P \min_{om_{H}});$

После работы процедуры масштабирования получаются конкретные физические значения перепадов давлений и можно вычислить значения диаметров трубопроводов по любой подходящей формуле. В нашем случае это рекомендованная СП формула:

$$D = \overline{\sqrt[m]{AB\rho_0 Q_0^m / \Delta P_{y\partial}}};$$

Очевидно, что полученные таким образом "непрерывные" диметры не имеют никакого отношения к дискретному ряду стандартных диаметров промышленных труб, выпущенных по соответствующим ГОСТам и ТУ. Так же очевидна необходимость перехода от вычисленных диаметров к стандартным. Реализация и алгоритм подобной процедуры перехода настолько очевиден, что не требует дополнительного обсуждения.

Итак, на этом этапе алгоритма получены потоки и стандартные диаметры для всех участков распределительной системы, однако, переход от непрерывных диаметров к стандартным изменил исходное распределение потоков. Для вычисления "истинного" распределения потоков и перепадов необходимо выполнить поверочный гидравлический расчет полученной системы при измененных значениях ее параметров. Поскольку в этом месте параметры системы оказываются "стандартизированными", можно приступать к оптимизации полученного решения.

Прежде всего, следует проверить, выполняется ли условие: *Pi* >= *Pmin* для пути с максимальным гидравлическим сопротивлением.

Отыщем путь с максимальным гидравлическим сопротивлением в проектируемой системе и проверим для него выполнение заданного условия. Если условие не выполняется, то увеличим стандартный диаметр участка с наибольшим (в пределах найденного пути) гидравлическим сопротивлением и проверим выполнение условия по давлению. Продолжим циклическое выполнение описанной процедуры до тех пор, пока решение не будет найдено.



При работе со стандартными диаметрами, по понятным причинам, расчетное давление окажется несколько выше заданного, поэтому на следующем этапе попробуем повысить точность найденного решения, ииклически снижая стандартные диаметры для участков с минимальным гидравлическим сопротивлением на выбранном пути, контролирую соблюдение заданного условия после каждой замены. Зафиксируем полученное наилучшее приближение к заданному минимальному давлению. Описанная процедура применяется для всех путей графа в порядке убывания их гидравлических сопротивлений, после чего задача может считаться решенной: подобраны стандартные диаметры для всех участков трубопроводной системы и расчетное давлений в любой ее точке превышает заданное.



Работая по описанным алгоритмам программа гарантированно подбирает минимальные диаметры для распределительных трубопроводов исходя из того, что меньшие диаметры соответствуют меньшим материальным затратам. При этом другие возможные критерии оптимальности игнорируются. Например, принятое в инженерной практике условие последовательного снижения диаметров трубопроводов по ходу материального потока может не соблюдаться, так как противоречит исходной постановке задачи. В таких случаях найденное решение нуждается в ручной корректировке, при этом материалоемкость системы распределительных трубопроводов обязательно возрастет или будет нарушено одно из исходных условий.

7.3 Подбор диаметров

В версию Hydraulic Calculator Standard добавлен режим подбора диаметров участков расчетной схемы для проектирования новых и реконструкции существующих систем газоснабжения населенных пунктов. Режим может быть использован для расчета диаметров всех участков расчетной схемы или любого фрагмента системы. Подбор диаметров осуществляется кнопкой *f* инструментальной панели расчетов.

Для подбора диаметров необходимо определить минимальное давление в

распределительных системе Установленная газопроводов. величина минимального давления является граничным значением, ниже которого не расчетное должно опускаться давление в любой точке расчетной схемы. Исхоля ИЗ

Herein an	×
Мин. давление, кгс/м2 - мм вод.ст : 🔲	
Расчет Отмена	

величины заданного минимального давления программа рассчитывает диаметры участков таким образом, чтобы наилучшим образом распределить располагаемые перепады давления и обеспечить тем самым минимальную материалоемкость системы трубопроводов.

При необходимости сохранить установленное значение диаметра неизменным при выполнении оптимизационных расчетов нужно "зафиксировать" диаметр установкой соответствующего признака в окне свойств участка (Рис.27).

Свойства газопровода	×
Физические параметры	
Длина, м: 250	Пут.р-д 0 ,
Диаметр, мм: 🛛 🕞 💌	Кэкв, мм: 0.01
Материал: Полиэтилен	Местные сопр. [%]: 0
🔲 Диаметр зафиксирован	
Местонахождение:	_
Расчетные параметры	
Поток: 220	Перепад давления: 0.0299778
п	рименить Отмена Помощь

Рис. 27 Диалоговое окно параметров трубопровода

В режиме расчета диаметров программа определяет диаметры участков трубопроводов так, что максимально использует располагаемый перепад давления для создания системы распределительных трубопроводов минимальной стоимости. При этом могут быть проигнорированы другие инженерные требования – например, требование последовательного постепенного снижения диаметров трубопроводов по направлению материальных потоков.

Алгоритм этого этапа гидравлического расчета основан на вычислении минимума критерия капиталовложений:

$$M = \sum_{j=1}^{N} L_j D_j;$$

при ограничении: *min Pi => Pmin* 1 <= i <= N,

где *Pmin* - заданное минимальное допустимое давление в системе распределительных газопроводов. При оптимизации системы трубопроводов программа оперирует таблицей стандартных диаметров для стальных и полиэтиленовых трубопроводов (Puc.28).

Добавление и удаление диаметров производиться манипуляциями с кнопками "+"- добавить и "х" – удалить диаметр. В качестве числовых значений стандартных диаметров целесообразно использовать значения внутреннего или условного диаметра трубопровода в миллиметрах.



Рис. 28 Диалоговое окно "Стандартные диаметры"

Поле для ввода коэффициента эквивалентной гидравлической шероховатости позволяет установить значение по умолчанию этого коэффициента для применяемых материалов трубопроводов. Исходными значениями коэффициента приняты соответствующие новым стальным и полиэтиленовым трубопроводам.

Проверочные расчеты показали, что применение вместо внутреннего диаметра трубопровода величины соответствующего диаметра условного прохода практически не приводит к сколько – нибудь существенным расхождениям в результатах расчета для стальных газопроводов.

8. Технические условия

на применение программы гидравлического расчета

8.1 Общие сведения

1. Программа гидравлического расчета предназначена для расчета установившегося потокораспределения распределительных систем газоснабжения высокого, среднего или низкого давления.

2. Вычисляемыми параметрами являются потоки газа по участкам системы распределительных газопроводов, перепады давлений на расчетных участках и давления в узлах распределительной системы газоснабжения. В режиме подбора диаметров вычисляемым параметром, кроме указанных, являются стандартные диаметры для стальных и полиэтиленовых газопроводов.

3. Исходными данными для расчета является описание геометрической структуры системы газоснабжения, диаметры (кроме режима подбора диаметров), длины и материал участков газопроводов, выходные давления и производительность источников природного газа, расходы сосредоточенных потребителей и путевые расходы для низкого давления, а также .параметры, описывающие свойства транспортируемого природного газа.

4. Вычисление перепадов давления и диаметров трубопроводов осуществляется по формулам СниП.

8. 2 Допущения

1. Влияние гидростатического напора при расчете узловых давлений не учитывается.

2. Поток газа считается изотермическим.

3. Учет влияния местных сопротивлений может быть выполнен увеличением фактической длины расчетного участка (обычно на 5-10%).

4. Изменение физических свойств природного газа в пределах расчетного участка не учитывается.

5. Система распределительных трубопроводов проецируется на горизонтальную плоскость без дополнительных пересечений.

6. Не учитывается возможное изменение расхода потребителя при понижении расчетного входного давления ниже минимального входного давления регулятора давления газа.

8. 3 Точность расчета

1. Максимальная невязка потока при увязке колец не превышает ± 1м3/час.

2. Невязка перепада давления при расчете замкнутого контура не превышает ± 0.001

3. Допускается округление вычисленных значений:

потоков по расчетным участкам – до 1.0 м3/час;

узловых давлений для сетей высокого и среднего давления – до 0.01 кг/см2

узловых давлений для сетей низкого давления – до 1.0 кг/м2

8. 4 Исходные данные

Система распределительных трубопроводов должна быть представлена в виде плоского неориентированного графа, ребрами которого являются участки трубопроводов, вершинами – узлы сочленений трубопроводов, точки перехода диаметров трубопроводов и места отборов и притоков материальных потоков (расположение источников и потребителей природного газа). Каждая вершина графа должна иметь произвольный уникальный номер, однозначно определяющий ее положение в графе (присваивается автоматически при вводе данных).

1. Физические свойства транспортируемый среды описываются следующими параметрами:

Коэффициент кинематической вязкости	v [м2/сек] (0.000014);	
Барометрическое давление		Pbar [мм.рт.ст]
	(745);	
Расчетная температура газа	T [° C]	(0);
Плотность газа (н.у.)	r [кг/м3]	(0.78);

2. Параметры участка расчетной схемы :

Номер начальной вершины участка*	
Номер конечной вершины участка*	
Длина участка	[M]
Внутренний диаметр трубопровода	[MM]
Коэффициент гидравлической шероховатости	[MM]
Величина местных сопротивлений	[%]
Путевой расход (для сетей низкого давления или 0)	[м3/час]

3. Параметры источников природного газа:

Номер вершины расчетной схемы* Выходное давление источника газа (ГРС,ГРП)

для среднего и высокого давления	[кг/см2]
для низкого давления	[кг/м2]
Максимальная производительность источника газа	[м3/час]

Расчетная производительность источников природного газа вычисляется на этапе распределения потоков по участкам сети. Максимальная производительность источника используется только для контроля исходных данных на непротиворечивость.

4. Параметры потребителей:

Номер вершины расчетной схемы*	
Расчетное потребление природного газа	[м3/час]

* - Параметры, помеченные звездочкой, устанавливаются автоматически.

5. Исходные данные для расчета диаметров:

Минимальное давление в системе газопроводов, таблица стандартных диаметров.

8. 5 Результаты расчета

Результаты гидравлического расчета представляются в следующем виде:

Номер начальной вершины участка	
Номер конечной вершины участка	
Расчетный поток по участку	[м3/час]
Расчетное давление в вершинах участка	
для среднего и высокого давления	[кг/см2]
для низкого давления	[кг/м2]
Перепад давления на расчетном участке (в соответствующих единица	ах измерения

давления)

Диаметры трубопроводов (при подборе диаметров) [мм] При вычислении отрицательных величин узловых давлений соответствующие расчетные значения заменяются нулями.

8. 6 Техническая реализация

Программа гидравлического расчета поставляется Заказчику в виде исполняемого модуля *Hydraulic Calculator.exe* для работы под управлением операционных систем Windows'98/2000/ХР, комплекта служебных файлов и Руководства пользователя на компакт-диске. Копирование файлов и установка программы на персональный компьютер производится программой начальной установки *Setup.exe*.

8.7 Ограничения на применение

Ограничения на размер расчетной схемы определяются аппаратной конфигурацией ПК. Явных ограничений к числу участков расчетной схемы, источников и потребителей или геометрической сложности расчетной схемы не предъявляется.

8.8 Входные данные

Входные данные представляются в виде расчетной схемы системы газоснабжения, выполненной с использованием встроенных функций программы.

8.9 Выходные данные

Выходные данные представляются в виде исходных данных и результатов расчета, отображаемые на расчетной схеме системы газоснабжения и представленные в табличном виде.

9. Описание контрольного примера.

Контрольный пример предназначен для подтверждения соответствия результатов работы программы Техническим условиям на применение программы гидравлического расчета (раздел 8 Руководства) и иллюстрации корректности работы вычислительных алгоритмов гидравлического расчета, краткое описание которых приведено в разделе 7. Расчетные схемы, входящие в состав контрольного примера программы, позволяют последовательно оценить результаты работы различных ветвей общего алгоритма программы в соответствии с основными этапами расчета установившегося распределения потоков природного газа по участками трубопроводной системы.

Расчетная схема N 1 предназначена для проверки выполнения условий:

$$\sum_{i=1}^{M} Q_i = \sum_{j=1}^{N} Q_j \quad (1) \text{ M } \sum F_{ij} + Q_j = 0 \ (2).$$

Рис.29. Расчетная схема N 1.

Приведенная на рис.29 система распределительных трубопроводов природного газа низкого давления имеет центральный раздаточный коллектор, к которому с помощью газопроводов-отводов подключено 38 сосредоточенных



потребителей с суммарным часовым расходом природного газа 67381.80 м3/час, что соответствует расчетной производительности источника и подтверждает правильность выполнения условия (1). Так же легко проверить выполнение условия (2) для любого произвольно выбранного узла расчетной схемы (например, для узла N 1):

г укооство пользователя

$$\sum_{i=1}^{4} F_i = 67381.8 - 10420 - 44761.8 - 12200 = 0.$$

Следующим проверяем этапом алгоритма решения задачи гидравлического расчета является гидравлическая увязка колец, что эквивалентно выполнению условия:

$$\sum_{i=1}^{K} \Delta P_i = 0 \ (3).$$

Для проверки выполнения условия (3) предназначена расчетная схема N 2.



Рис.30. Расчетная схема N 2.

Расчетная схема N 2 представляет кольцо трубопроводной системы, все участки которой имеют одинаковые длины и диаметры трубопроводов, что позволяет проконтролировать правильность результатов расчета суммарного перепада давления без громоздких вычислений:



Рис.31. Расчетная схема N 3.

Рукодство пользователя

Следующим проверяемым этапом алгоритма является проверка учета влияния смежных колец системы распределительных трубопроводов при их гидравлической увязке. Для проверки этого этапа алгоритма предназначена расчетная схема N 3. Дополнительным условием, осложняющим выполнение гидравлической увязки смежных колец является ввод в расчетную схему сосредоточенного потребителя, расположенного на общем для обоих колец участке трубопроводной системы. Проверкой правильности результатов расчета служит выполнение условия (2) для узла с сосредоточенным потребителем и условия (3) для каждого из колец:

$$\sum_{i=1}^{2} F_i + Q_i = 56.39 + 43.61 - 100 = 0;$$

$$\sum_{i=1}^{4} \Delta P_i = 4.79 - 3.02 - 0.88 - 0.88 = 0.01.$$

Очевидно, что полученная погрешность расчета (0.01 кг/м2) существенно (на порядок) меньше 10% погрешности, допускаемой нормативными документами.

Расчетная схема N 4 демонстрирует вычислительные возможности программы при гидравлической увязке системы распределительных трубопроводов, состоящей из восьми последовательно расположенных колец:



Рис.32. Расчетная схема N 4.

Для проверки корректности работы процедуры гидравлической увязки колец достаточно проверить выполнение условия (3) для любого замкнутого контура, например, 14-1-12-13:

$$\sum_{i=1}^{4} \Delta P_{14-1-12-13} = 1.97 + 2.65 - 2.25 - 2.37 = 0.0;$$

или 10-3-8-9:

$$\sum_{i=1}^{4} \Delta P_{10-3-8-9} = 1.06 + 0.53 - 0.03 - 1.56 = 0.0;$$

Приведенный на расчетной схеме N 4 контрольный пример показывает, что независимо от числа колец расчетной схемы погрешность гидравлической увязки не превышает допустимой величины и составляет примерно 0.01 кг/м2, или одну сотую долю миллиметра водяного столба.

Расчетная схема N 5 предназначена для проверки корректности результатов при гидравлическом расчете схем с несколькими источниками природного газа. Как и в расчетной схеме N 2, параметры компонентов схемы подобраны таким образом, чтобы обеспечить простоту оценки результатов работы программы: длины и диаметры участков, соединяющих источники, выбраны одинаковыми, также как и давления на источниках. Нагрузки источников также равны друг другу и составляют

¹/₂ от расхода сосредоточенного потребителя. При правильной работе программы расчетные значения потоков газа и перепадов давления на подводящих участков трубопроводов в этом случае должны быть равными.



Рис.33. Расчетная схема N 5.

Завершающим этапом работы программы является вычисление узловых давлений расчетной схемы, или определение расчетных перепадов давления на участках трубопроводной системы в соответствии с геометрическими параметрами трубопроводов и расчетных значений потоков природного газа. Проверка результатов работы этого этапа алгоритма выполняется на расчетной схеме N 1. Параметры 38 газопроводов-отводов и расходы сосредоточенных потребителей подобраны таким образом, что позволяют оценить погрешность вычисления перепадов давлений практически во всем диапазоне применяемых диаметров трубопроводов. В контрольном примере, представленном на расчетной схеме N 1, потоки природного газа определены из условия постоянных удельных потер давления природного газа низкого давления: R,(кг/м2)/м =1.0. Таким образом, при длине расчетных участков газопроводов-отводов 1м легко оценить абсолютную и относительность погрешность вычисления узловых давлений. (Рис. 34). Как и для расчетных схем NN 2-4 видно, что погрешность вычисления удельных перепадов давления составляет примерно 0.01 кг/м2, или одну сотую долю миллиметра водяного столба. Примерно такую же погрешность вычислений дают рабочие формулы гидравлического расчета, приведенные в известной справочной литературе, включая Свод правил по проектированию и строительству СП 42-101-2003.

Расчетные перепады давлений для стальных и полиэтиленов трубопроводов систем газоснабжения высокого и низкого давления, полученные в результате работы программы, а так же рассчитанные в соответствии с СП 42-101-2003 и

справочным приложением СНиП 2.04.08-87* Газоснабжение приведены в Приложении 2 Руководства.

Результаты обработки приведенных результатов расчета показывают, что максимальная абсолютная погрешность результатов расчета потерь давления, выполненных с применением программы "Hydraulic Calculator" не превышает:

для стальных газопроводов низкого давления:	0,0261734477438328 кг/м2
для полиэтиленовых газопроводов низкого давления:	0,0403995406889113 кг/м2
для стальных газопроводов высокого давления:	0,0131079266817929 кг/см2
для полиэтиленовых газопроводов высокого давления:	0,0168191926710903 кг/см2

При этом средняя абсолютная погрешность результатов расчета во всем диапазоне применяемых трубопроводов составляет:

для стальных газопроводов низкого давления: для полиэтиленовых газопроводов низкого давления: для стальных газопроводов высокого давления:

0.0170575915651565 кг/м2 0.0174444683703599 кг/м2 0,00349884980192245 кг/см2 для полиэтиленовых газопроводов высокого давления: 0,00586811772404121 кг/см2



Рис.34. Расчетные перепады давления.

Приведенные расчетные схемы (NN 1 - 5) позволяют оценить работу всех гидравлического этапов решения задачи расчета основных систем распределительных трубопроводов природного газа. Расчетные схемы контрольного примера разработаны, в основном, для систем газоснабжения низкого давления из новых стальных трубопроводов. Это связано с тем, что различие между гидравлическим расчетом систем газоснабжения высоко и низкого давлений заключается, главным образом, в определении расчетных перепадов давления, связанных с различными гидравлическими режимами течения потоков природного газа, а влияние материала трубопровода на величину гидравлического сопротивления легко учитывается с помощью коэффициента эквивалентной гидравлической шероховатости. Для проверки корректности работы программы при расчете систем газоснабжения высокого давления в состав контрольного примера включена расчетная схема N 6 (Рис. 35).

Так же, как и расчетная схема N 4, контрольная схема N 6 представляет систему газоснабжения из 8 последовательных колец, расчет потокораспределения

по которым позволяет убедиться в достоверности полученных результатов и подтверждает отсутствие систематической (накапливающейся) ошибки при учете взаимного влияния нескольких замкнутых независимых контуров (колец) расчетной схемы.

Как и ранее, для проверки корректности работы процедуры гидравлической увязки колец достаточно проверить выполнение условия (3) для любого замкнутого контура, например, 15-14-13-4:

$$\sum_{i=1}^{4} \Delta P_{15-14-13-4} = 0.01 + 0.02 - 0.01 - 0.01 = 0.01;$$

или 9-10-3-8:

$$\sum_{i=1}^{4} \Delta P_{9-10-3-8} = -0.02 + 0.01 + 0.01 - 0.01 = -0.01;$$



Рис.35. Расчетная схема N 6.

Как и в описанном ранее примере, легко убедиться, что погрешность гидравлической увязки колец для любого из замкнутых контуров расчетной схемы существенно ниже 10% величины соответствующего узлового давления.

При работе с программой следует учитывать, что расчетные перепады давлений выводятся на схему трубопроводов с округлением до второго знака после десятичной точки. Более точные значения выводятся в окне свойств участка. Так, например, для последнего из рассматриваемых контуров алгебраическая сумма расчетных перепадов давления запишется в виде:

$$\sum_{i=1}^{*} \Delta P_{9-10-3-8} = -0.0223734 + 0.0144449 + 0.0144753 - 0.00654682 = -0,00000002 \ (\kappa c/cm 2);$$

что полностью соответствует требованиям к точности вычислений, изложенных в Технических условиях (Раздел 8 Руководства пользователя).

9.1. Выводы.

Результаты решения контрольного примера, представленного в виде 6 расчетных схем и таблиц, включенных в поставочный комплект программы и Руководство пользователя, подтверждают полное соответствие программы

требованиям Технических условий на применение программы гидравлического расчета, изложенных в Разделе 8 настоящего Руководства.

Приведенные в Приложении 2 результаты расчетов перепадов давлений для стальных и полиэтиленовых газопроводов подтверждают соответствие примененных методов расчета требованиям нормативной документации к точности вычисления расчетных параметров.

Погрешность вычисления расчетных параметров при гидравлическом расчете распределительных систем газоснабжения не ниже погрешности средств измерения общетехнического назначения, применяемых при проектировании и эксплуатации систем газоснабжения населенных пунктов.
10. Сообщения об ошибках и предупреждения.

В разделе описываются сообщения об ошибках и предупреждения, выдаваемые программой при проверке корректности данных процедурой "Тест данных" и во время исполнения программы.

Ошибочными считаются ситуации, при которых выполнение расчета без изменения исходных данных или условий функционирования программы невозможно. Чаще всего ошибочные ситуации возникают вследствие недостоверных или противоречивых значений исходных данных. Для продолжения работы следует устранить обнаруженную ошибку. Общесистемные ошибки, например, невозможность создания файла вследствие отсутствия достаточного свободного места на жестком диска, в данном руководстве не рассматриваются.

Предупреждающие сообщения выдаются при обнаружении ситуаций, не приводящих к прекращению расчетов, но извещают пользователя о том, что обнаружено логическое несоответствие групп исходных данных. Продолжение работы без устранения причин, повлекших вывод предупреждающих сообщений, в некоторых случаях может привести к недостоверным результатам расчета.

Нехватка динамической памяти.

Недостаточно оперативной памяти для загрузки программы и исходных данных. Продолжение работы невозможно. Перенесите программу и исходные данные на компьютер с большим объемом памяти, или нарастите память используемого ПК

Режим расчета не соответствует исходным данным.

Установленный режим расчета противоречит введенным данным. Например: при установленном режиме расчета сети низкого давления вводится давление источника природного газа, находящееся в диапазоне высокого или среднего. Проверьте установленный режим и установленные значения давления, исправьте обнаруженную ошибку. Сообщение может быть выдано как при проверке данных, так и при попытке выполнить гидравлический расчет.

Ступень давления не соответствует исходным данным.

Установленный режим расчета противоречит заданным давлениям источников или потребителей. Установите соответствие режима расчета исходным данным.

В сети отсутствуют источники газа. В сети отсутствуют потребители газа. В сети отсутствуют участки трубопроводов. No comments.

Недостоверное значение давления источника. Недостоверное значение производительности источника. Аналогично.

Задан неизвестный материал трубопровода.

Для строительства газовых сетей в Российской Федерации применяются только стальные и полиэтиленовые трубопроводы.

Недостоверное значение длины трубопровода. Недостоверное значение диаметра трубопровода. Недостоверное значение путевого расхода.

На участке трубопровода не определен один из перечисленных параметров, либо его значение выходит за пределы установленного диапазона.

Недостоверное значение давления потребителя.

Заданное значение входного давления потребителя не соответствует установленному выходному давлению источников природного газа.

Не задан расход потребителя.

Не требует комментариев.

Ошибка кодировки графа.

Сообщение может быть выдано после некорректного редактирования расчетной схемы (наложение или совмещение участков расчетной схемы). Удалите фрагмент схемы, вызывающий ошибку и повторите ввод.

Неопределенная ситуация.

Обнаружена ошибка в исходных данных или ошибка времени исполнения, для которой отсутствует однозначное определение. Полностью проверьте исходные данные. При повторном сообщении выполните расчет контрольного примера для подтверждения работоспособности программы на вашем компьютере.

Обнаружен изолированный фрагмент сети.

Расчетная схема включает в себя один или несколько фрагментов сети, гидравлически не связанных с источниками природного газа. Расчет будет выполнен только для компоненты расчетной схемы, включающей в себя источники газа. Восстановите гидравлическую связность рассчитываемой схемы.

Потребление сети превышает производительность источников.

Недостоверные значения производительности источников или расходов потребителей. Для получения достоверных результатов расчета следует установить баланс между поступлением и потреблением природного газа

Недостоверные значения расчетных давлений.

В процессе расчета получены отрицательные значения входных давлений для всех или части потребителей. При выводе отрицательные значения заменяются нулями. Как правило, подобная ситуация возникает при отсутствии достоверных данных о расходе потребителей или выходных давлениях источников, что встречается намного реже. Для получения достоверных результатов расчета следует обеспечить корректность исходных данных.

Повторный запуск.

Во избежание коллизий одновременная работа нескольких копий программы не допускается. Загрузите исходные данные в уже работающую программу или закройте предыдущую копию приложения.

Шаг сетки вне допустимого диапазона.

Введите допустимое значение или отключите вывод масштабной сетки

Неверный формат файла.

Выдается при попытке загрузить файл исходных данных, созданный другой программой или более ранней версией программы "Hydraulic Calculator"

Ошибка загрузки файла конфигурации.

Может возникнуть при повреждении конфигурационного файла программы или произвольных манипуляций с ее рабочими файлами. При продолжении работы будет создан новый файл конфигурации со значениями по умолчанию.

Ошибка создания файла. Ошибка открытия файла.

Ошибка удаления файла.

Ошибки при работе с файловой системой, как правило, носят общесистемный характер. Проверьте объем свободного дискового пространства, состояние жесткого диска, целостность рабочих файлов и файлов исходных данных.

Недостаточно оперативной памяти.

Сообщение может быть выдано при попытке загрузить файл графического изображения (подложку). Сократите объем графической информации за счет использования меньшего числа цветов или более низкого разрешения графического изображения. В крайнем случае, работайте без подложки. Создать реальную расчетную схему, которая не поместилась бы в ОЗУ, пока еще никому из пользователей не удавалось даже при работе в среде MS DOS.

11. Лицензионное соглашение

Терминология

Авторы — юридическое или физическое лицо, правомерно располагающее исключительными авторскими правами на данный программный продукт;

Зарегистрированный Пользователь — юридическое или физическое лицо, правомерно владеющее одним или несколькими экземплярами данного программного продукта;

Комплект поставки — совокупность программ, библиотек, контрольных данных и текстовых документов, передаваемых при заключении договора о поставке;

Оригинал комплекта поставки — комплект поставки, переданный Зарегистрированному Пользователю по договору Авторами или третьим лицом, законно представляющим интересы Авторов;

Рабочий комплект — копия оригинального комплекта поставки и данных пользователей на жестком диске компьютера пользователя;

Архивный комплект — копия рабочего комплекта на гибком диске (дисках) или ином носителе информации пользователя, созданная исключительно с целью восстановления работоспособности рабочего комплекта. Технология создания архивного комплекта должна полностью исключать возможность запуска программ непосредственно с архивного диска (дисков).

1. Настоящее Соглашение является добровольным распределением прав и обязанностей между Авторами и Зарегистрированным Пользователем для организации поддержки и сопровождения поставляемого программного обеспечения (программы "Hydraulic Calculator").

2. Фактом признания условий настоящего Лицензионного Соглашения является установка программного обеспечения, являющегося предметом настоящего соглашения, на жесткий диск компьютера Зарегистрированного Пользователя.

3. Хранение Зарегистрированным Пользователем Оригинального комплекта поставки без установки на жесткий диск компьютера Зарегистрированного Пользователя в течение срока, превышающего установленный настоящим соглашением для возврата Оригинального комплекта поставки, так же является фактом признания условий Лицензионного Соглашения.

4. При отказе от соблюдения условий настоящего Лицензионного соглашения Пользователь обязан в 5-ти дневный срок от даты получения Оригинального комплекта поставки вернуть Оригинальный комплект Авторам, либо третьему лицу, законно представляющему интересы Авторов и уничтожить собственные копии, если таковые были сделаны, способом, гарантирующим невозможность восстановления уничтоженных копий. Наличие у Зарегистрированного Пользователя копии (копий) программного обеспечения, являющегося предметом настоящего соглашения, сделанных любым способом и на любом виде носителей

информации после возврата Зарегистрированным Пользователем Оригинального комплекта поставки считается нарушением имущественных прав Авторов программы. В этом случае Авторы оставляют за собой право требовать восстановления нарушенных прав в соответствии с Законом Российской Федерации об охране авторских прав на программы для ЭВМ и базы данных.

5. Настоящим Лицензионным Соглашением устанавливается следующие распределения прав и обязанностей между Авторами и Зарегистрированным Пользователем:

5.1. Зарегистрированный Пользователь (в дальнейшем Пользователь) имеет право хранения одного Оригинала комплекта поставки независимо от числа рабочих комплектов.

5.2. Утрата Пользователем Оригинала комплекта поставки независимо от причин, вызвавших ее, считается расторжением настоящего Соглашения. Обязанности Пользователя при расторжении настоящего Соглашения определены выше.

5.3. Изготовление Пользователем копий Оригинала комплекта поставки, независимо от цели изготовления копий, считается расторжением настоящего Соглашения и может рассматриваться Авторами как нарушение их исключительных прав.

5.4. Передача **Пользователем Оригинала комплекта поставки** любому юридическому или физическому лицу, кроме условий, предусмотренных пунктом 4 **Соглашения** считается расторжением настоящего **Соглашения** и рассматривается **Авторами** как нарушение их имущественных прав независимо от целей и условий передачи.

5.5. Пользователь имеет право эксплуатации одного экземпляра комплекта поставки на одном компьютере, если в договоре о поставке явно не указывается число рабочих комплектов для одного Пользователя. Комплектность рабочего комплекта Пользователя должна точно соответствовать комплектности Оригинала комплекта поставки в отношении программы и ее служебных файлов. Нарушение целостности рабочего комплекта Пользователя может рассматриваться Авторами или третьей стороной, осуществляющей сопровождение программы, как расторжение Пользователем настоящего Соглашения.

5.6. Пользователю запрещается установка рабочего комплекта более, чем на один компьютер, включая работу комплекта под управлением сетевых операционных систем с доступом к комплекту с более, чем одной рабочей станции. При иных архитектурах сетевых систем Пользователю следует исходить из того, что доступ к рабочему комплекту может быть разрешен только с одного компонента сетевой архитектуры, если договором о поставке явно не предусматривается иное.

5.7. Пользователь имеет право хранения одного архивного комплекта, размещенного на одном или нескольких носителях информации, для восстановления рабочих наборов данных при повреждении или утере рабочего комплекта данных.

<u>Исключение</u>: при установке рабочего комплекта в сети любой архитектуры допускается одновременное существование более одной копии рабочего комплекта, но не более числа копий, предусматриваемых технологией резервного копирования.

5.8. Пользователь принимает на себя обязанность извещения Авторов об известных ему случаях нарушения настоящего Соглашения другими Пользователями и лицами, не являющимися таковыми.

6. При нарушении **Пользователем** данного **Соглашения** в одном из пунктов все ниже перечисленные обязательства **Авторов** считаются утратившими силу.

7. При нарушении Авторами данного Соглашения в одном из пунктов все обязательства Пользователя по настоящему Соглашению считаются утратившими силу. Никакие действия Авторов не освобождают Пользователя от соблюдения действующего законодательства об охране авторских прав в отношении Авторов.

8. Авторы не утверждают, что разработанное программное обеспечение полностью свободно от ошибок и сохраняет работоспособность в иных операционных средах и архитектурах, кроме явно указанных в прилагаемой документации. Авторы гарантируют Пользователю своевременное исправление выявленных ошибок при соблюдении Пользователем настоящего Соглашения.

9. Пользователь имеет безусловное право на бесплатное исправление обнаруженных им ошибок в работе программы если программа эксплуатировалась в соответствии с настоящим Соглашением и эксплуатационной документацией и введенная схема (фрагмент схемы), при расчете которой обнаружена ошибка, может быть безошибочно рассчитана иным способом.

10. В соответствии с настоящим Соглашением Авторы принимают на себя следующие обязательства:

10.1. Своевременное извещение Пользователя об обнаруженных другими Пользователями и самими Авторами ошибках в ходе дальнейших разработок.

10.2. Бесплатную замену **Пользователю** комплекта поставки при устранении ошибки **Авторами**, независимо от того, каким **Пользователем** и при какой ситуации обнаружена ошибка.

10.3. Своевременно извещать Пользователя об окончании разработки и тестирования новых версий.

10.4. Консультировать **Пользователя** по вопросам эксплуатации рабочего комплекта программы.

11. Пункты с 10.1 по 10.4 Соглашения действительны в отношении **Пользователя** только в том случае, если **Оригинальный комплект поставки** получен **Пользователем** непосредственно от **Авторов** на основании договора о поставке или иного документа, устанавливающего прямые отношения между **Пользователем** и **Авторами**.

12. Пункты с 10.1 по 10.4 Соглашения действительны только в отношении третьей стороны в том случае, если Оригинальный комплект поставки получен Пользователем от третьей стороны, осуществляющей поставку и сопровождение программного обеспечения на основании договора о поставке или иного документа, устанавливающего договорные отношения между третьей стороной и Авторами.

13. Авторы или сторона, обеспечивающая поставку и сопровождение программного обеспечения, являющегося предметом настоящего соглашения, на основании договорных отношений с Авторами, ни при каких условиях не несут никакой ответственности за какой-либо ущерб, связанный с использованием, либо невозможностью использования программного обеспечения, являющегося предметом настоящего соглашения. В любом случае сумма возмещения не может превышать сумму, фактически уплаченную Пользователем за один экземпляр Оригинала комплекта поставки.

Краткая справка по функциям программы (Приложение1).

Таблица 1

Операции с файлами данных

	Режим	Назначение
Ľ	Новая	Создать новую расчетную схему
`	Открыть	Загрузить ранее созданную расчетную схему
	Сохранить	Сохранить созданную расчетную схему в файле данных
1	Сохранить как	Сохранить расчетную схему под другим именем
ø	Сохранить все	Сохранить все открытые расчетные схемы
5	Печать	Въвести расчетную схему на устройство печати
à	Предварительный просмотр	Просмотр макета вывода расчетной схемы
2	Отправить	Переспать расчетную схему на информационный сервер
69.	Комментарий	Открыть поле примечания для комментариев к расчетной схеме
₩?	Справка	Краткая справка по основным злементам и функциям программы
2	Помоць	Описание функций и режимов программы

Таблица 2

Редактирование расчетных схем

	Режим	Назначение				
*	Вырезать	Вырезать фрагмент расчетной схемы				
8	Коприровать	Скопировать фрагмент расчетной схемы				
ø	Вставить	Вставить скопированный или вырезанный фрагмент схемы				
č	Отменить	Отменить выполненную операцию				
5	Вернуть	Повторить ранее отменную опреацию				
*	Выбрать	Выбрать элемент расчетной схемы				
Ŷ	Ввести участок	Ввести участок расчетной схемы				
×	Удалить участок	Ввести участок расчетной схемы				
	Разделить участок	Установить новую вершину на существующем участке схемы				
*	Ввести источник	Установить источник в вершине расчетной схемы				
٢	Ввести потребитель	Установить потребитель в вершине расчетной схемы				

Краткая справка по функциям программы (Продолжение).

Таблица З

Технологические расчеты

	Режим	Назначение				
*	Параметры	Установить параметры гидравлического расчтеа				
2	Тест	Контроль данных на полноту и непротиворечивость				
•	Расчет	Поверочный гидравлический расчет				
fn	Оптимизация	Подбор диаметров системы газоснабжения				
Σ	Расчет газопотребления	Расчет часовых расходов для различных групп потребителей				
Ş	Направление расчета	Определить направление поверочного гидравлического				

Таблица 4

Функции поиска

	Режим	Назначение					
۹.	Поиск	Поиск элемента схемы по заданным усповиям					
<u>tø</u>	Продолжить поиск	Продолжение поиска злемента					
۲	Максимум	Поиск максимального значения параметра					
۹ <u>م</u> د	Минимум	Поиск минимального значения параметра					
₫,	Продолжить поиск	Продолжить поиск экстремумов					

Краткая справка по функциям программы (Продолжение).

Таблица 5

Параметры настройки

	Режим	Назначение
+	Давление	Установить ступень давления расчетной схемы
Ø	Материал	Опредлить материал трубопроводов
ţ.	Привязать	Установить режим ввода с привязкой узпов к координатной сетке
11	Длина	Установить длину мерной линии
B	Настройки	Определить значения основных параметров программы

Таблица б

Сервисные функции

	Режим	Назначение
100%	Масштаб	Установить требуемый масштаб отображения
1	Подпожка	Включить/выключить отображение подпожки
	Сетка	Выночить/выключить изображение координатной сетки
%	Узпы	Показать/скрыть изображения узпов расчетной схемы
Ħ	Направление	Включить/выключить указатель
-	потока	направления потоков
ç	Въвод текста	Включить/выключить режим непрозрачного вывода текста

Краткая справка по функциям программы (Продолжение).

Таблица 7

Параметры отображения

	Режим	Назначение				
Ŧ	Шрифт	Определить атрибуты шрифта для вывода параметров схемы				
⊽₌	Фильтр вывода	Определить параметр расчетной схемы для отображения				
ж	Полужирный	Установить тип шрифта параметра				
ĸ	Курсив	Установить тип шрифта параметра				
Щ	Подчеркнутый	Установить тип шрифта параметра				
<u> </u>	Цвет фона	Определить цвет фона расчетной схемы				
A	Цвет шрифта	Установить цвет шрифта параметра				

Таблица 8

Ввод данных

	Режим	Назначение				
-	Значение	Ввести значение выбранного				
333	параметра	параметра				
C	Порторико	Ввести величину давления в				
٢	дамение	выбранную вершину				
2	Pearow	Ввести величину расхода в				
Q	Гасход	выбранную вершину				
8	Uorgromonormo	Присвоить наименование				
×	паименование	выбранному элементу схемы				
2	Плядко	Ввести длину выбранного участка				
L	дриина	схемы				
2		Ввести диаметр выбранного участка				
θ	диаметр	схемы				
2		Ввести путевой расход для				
S.	путевой расход	выбранного участка схемы				
2	Amoo	Определить местоположение				
A	Адрес	выбранного элемента схемы				

Краткая справка по функциям программы (Окончание).

Таблица 9

Вывод данных

	Режим	Назначение			
ಸ್	Номера узпов	Вывести номера узпов на расчетную схему			
⊳ ₿	Давление	Вывести расчетные давления на расчетную схему			
" 9	Расход	Вывести значения узловых расходов на расчетную схему			
кb	Длина	Вывести дпины расчетных участков			
" 9	Диаметр	Вывести диаметры расчетных участков			
" 9-	Путевой расход	Вывести значения путевых расходов по участкам расчетной схемы			
ъ	Поток	Вывести значения потоков по участкам расчетной схемы			
æ	Перепад	Вывести значения перепадов давления по участкам расчетной			
2	Наименование	Вывести наименования элементов расчетной схемы			
,	Адрес	Въвести местоположения злемент расчетной схемы			

dн. мм	21,3	26,8	33,5	38,0	42,3	45,0	48,0	57,0	60,0	60,0	70,0	75,5	76,0	83,0
S, MM	2,8	2,8	3,2	3,0	3,2	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
dвн, мм	15,7	21,2	27,1	32	35,9	39	41	51	53	54	64	67,5	70	77
Q,м3/ч	2,40	4,50	9,00	14,00	18,00	23,00	28,00	50,00	55,00	59,00	90,00	110,00	118,00	140,00
СНиП	1,31	0,91	1,01	1,00	0,90	0,94	1,05	1,05	1,03	1,07	1,01	1,12	1,07	0,91
СП	1,31	0,95	1,01	1,00	0,90	0,94	1,05	1,04	1,03	1,07	1,01	1,12	1,07	0,91
НС	1,33	0,92	1,02	1,01	0,91	0,95	1,07	1,06	1,05	1,09	1,02	1,14	1,08	0,93
dн, мм	89,0	95,0	102,0	108,0	114,0	121,0	127,0	133,0	140,0	146,0	152,0	159,0	168,0	180,0
S, ММ	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	6,0	6,0
dвн, мм	83	87	96	100	106	113	121	125	131	137	143	150	156	168
Расход,м3/ч	180	200	260	300	350	400	480	520	600	650	750	850	1000	1200
СНиП	1,01	0,97	0,97	1,03	1,03	0,96	0,96	0,95	0,98	0,91	0,96	0,96	1,07	1,04
СП	1,00	0,97	0,97	1,03	1,03	0,96	0,96	0,95	0,98	0,91	0,96	0,96	1,07	1,04
нс	1,02	0,98	0,98	1,05	1,05	0,98	0,98	0,96	1,00	0,93	0,98	0,97	1,09	1,06
dн, мм	194,00	219,00	245,00	273,00	299,00	325,00	351,00	377,00	402,00	426,00				
s, мм	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	9,00	9,00				
dвн, мм	182,00	207,00	231,00	259,00	283,00	309,00	333,00	359,00	384,00	408,00				
Q,м3/ч	1400	2000	2700	3750	4500	6000	7000	8800	10000	12000				
СНиП	0,93	0,96	0,98	1,02	0,92	1,03	0,94	1,00	0,91	0,94				
СП	0,93	0,96	0,97	1,02	0,92	1,02	0,94	1,00	0,90	0,94				
нс	0,95	0,97	0,99	1,04	0,94	1,04	0,96	1,01	0,92	0,96				

Расчетные перепады давления (Приложение 2) Расчетные перепады давлений природного газа (р= 0.79,v=1,5*10-6) низкого давления для новых стальных трубопроводов (I=1м)

dн, мм	38,0	45,0	57,0	60,0	70,0	76,0	83,0	89,0	95,0	102,0	108,0	114,0	121,0	127,0
S, мм	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0
dвн, мм	32	39	51	54	64	70	77	83	87	96	100	106	113	121
Q,м3/ч	320	550	1 200	1 400	2 100	2 700	3 200	4 000	4 800	6 000	6 500	8 000	9 500	11 000
СНиП	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07
СП	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07
Программа	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06
dн, мм	133,0	140,0	146,0	152,0	159,0	168,0	180,0	194,0	219,0	245,0	273,0	299,0		
S, мм	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0		
dвн, мм	125	131	137	143	150	156	168	182	207	231	259	283		
Q,м3/ч	12 000	14 500	15 000	19 000	20 000	22 000	26 000	34 000	42 000	70 000	80 000	100 000		
СНиП	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,09	0,06	0,06		
СП	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,09	0,06	0,06		
НС	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,09	0,06	0,06		

Расчетные перепады давления (Продолжение)

Расчетные перепады давлений природного газа (р= 0.79,v=1,5*10-6) высокого давления для новых стальных трубопроводов (I=1м)

Расчетные перепады давлений природного газа (р= 0.79,v=1,5*10-6) высокого давления для новых стальных трубопроводов (I=100м)

dн, мм	325,0	351,0	377,0	402,0	426,0	530,0	630,0	720,0	820,0	920,0
S, мм	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0
dвн, мм	309	333	359	384	408	516	616	704	804	904
Q,м3/ч	42 000	55 000	56 000	75 000	82 000	170 000	290 000	400 000	600 000	800 000
СНиП	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
СП	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
HC	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09

Расчетные перепады давления (Окончание)

Расчетные перепады давлений природного газа (р= 0.79,v=1,5*10-6) высокого давления для новых стальных трубопроводов (I=1000м)

dн, мм	1120,0	1220,0	1320,0	1420,0		
S, MM	9,0	9,0	10,0	10,0		
dвн, мм	1102	1202	1300	1400		
Q,м3/ч	400 000	500 000	650 000	700 000		
СНиП	0,08	0,08	0,09	0,07		
СП	0,08	0,08	0,09	0,07		
нс	0,08	0,08	0,09	0,07		

Расчетные перепады давлений природного газа (р= 0.73,v=1,4*10-6) низкого давления для новых полиэтиленовых трубопроводов (I=1м)

dн, мм	32,00	40,00	50,00	63,00	75,00	90,00	110,00	125,00	140,00	160,00	180,00	200,00	225,00
s, мм	3,00	3,70	4,60	5,80	4,30	5,20	6,30	7,10	8,00	9,10	10,30	11,40	12,80
dвн, мм	26,00	32,60	40,80	51,40	66,40	79,60	97,40	110,80	124,00	141,80	159,40	177,20	199,40
Q,м3/ч	20	30	40	70	130	200	350	500	750	1000	1250	1750	2250
СНиП	2,67	1,85	1,04	0,93	0,82	0,75	0,77	0,79	0,97	0,85	0,72	0,80	0,71
СП	2,67	1,84	1,03	0,93	0,82	0,74	0,77	0,79	0,97	0,85	0,72	0,80	0,71
нс	2,71	1,87	1,05	0,94	0,84	0,76	0,79	0,81	0,98	0,86	0,73	0,81	0,72

Расчетные перепады давлений природного газа (р= 0.73,v=1,4*10-6) высокого давления для новых полиэтиленовых трубопроводов (I=100м)

dн, мм	40,00	50,00	63,00	75,00	90,00	110,00	125,00	140,00	160,00	180,00	200,00	225,00
s, мм	3,70	4,60	5,80	4,30	5,20	6,30	7,10	8,00	9,10	10,30	11,40	12,80
d вн, мм	32,60	40,80	51,40	66,40	79,60	97,40	110,80	124,00	141,80	159,40	177,20	199,40
Q,м3/ч	50	150	200	300	500	800	1100	1500	2200	2800	3800	6000
СНиП	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
СП	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
НС	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01