

Введение.

Документ “Быстрое начало” предназначен для квалифицированных пользователей персональных компьютеров, имеющих опыт проектирования систем газоснабжения (или наоборот: для квалифицированных проектировщиков с уверенными навыками работы на ПК). Это руководство последовательно описывает основные этапы решения задачи проектного и поверочного гидравлического расчета с помощью программы “Hydraulic Calculator” и не содержит описания стандартных функций, хорошо знакомым опытным пользователям Windows, таких как открытие и сохранение файлов, операции копирования и вставки, последовательность действий при создании резервных копий и т.д. и т.п. Концепция этого раздела документации - быстро, кратко и без излишних подробностей. Итак, к делу.

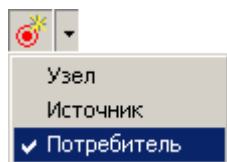
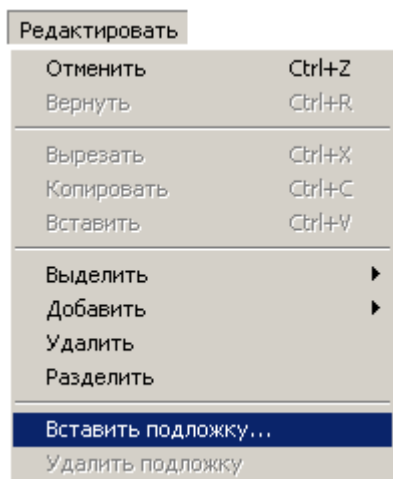
Создание расчетных схем.

Установите ступень давления и материал трубопроводов для рассчитываемой системы газоснабжения на панели параметров ввода.



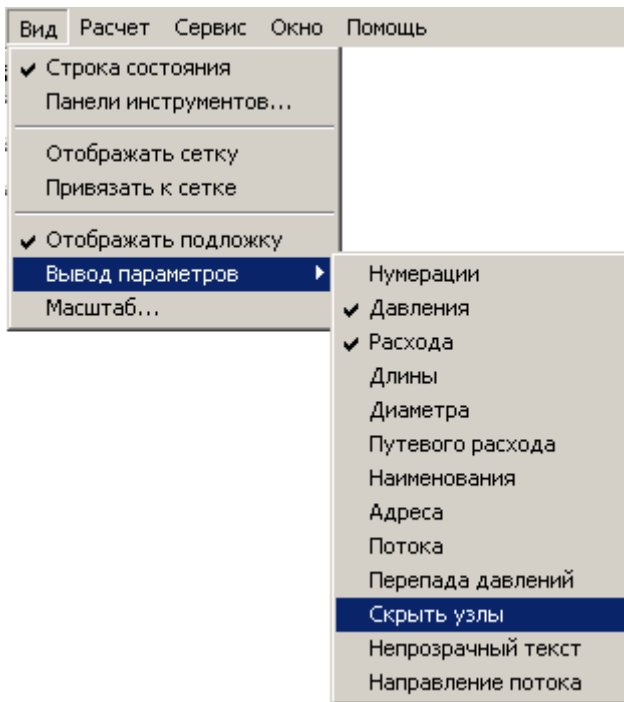
Самый быстрый способ создания расчетной схемы – использование подложки. В качестве подложки можно использовать любой план местности или бумажное (отсканированное или даже снятое цифровой камерой) изображение расчетной схемы. В первом случае схема будет прорисовываться по плану, во втором – прямо по изображению схемы. Загрузить подложку можно с использованием опции меню редактирования (*Редактировать/Вставить подложку*). С использованием функции (кнопки) “Длина отрезка” установите длину по любому элементу подложки. На панели вывода включите кнопку “Вывод длины” и приступайте к прорисовке расчетной схемы. Длины расчетных участков будут вычисляться пропорционально введенной длине отрезка, и отображаться на экране в процессе ввода расчетной схемы. Закончив ввод участков расчетной схемы, отключите вывод длин участков, чтобы не засорять экран лишней информацией.


Далее следует определить положение источников и потребителей природного газа. На панели редактирования в выпадающем меню кнопки “Добавить” укажите опцию “Источник” и “щелкните” курсором по узлам расчетной схемы, в которых расположены источники природного газа (ГРС, ГРП, ШРП). Для ввода потребителей в выпадающем меню кнопки “Добавить” выберите опцию



“Потребитель” и “прощелкайте” узлы расчетной схемы, в которых расположены сосредоточенные расходы (потребители).

Теперь необходимо определить технологические параметры потребления природного газа – установить давления и производительность источников газа, и расходы потребителей. В процессе ввода полезно включить кнопки вывода расхода и давления панели вывода – это позволит контролировать процесс ввода параметров и отключить изображение узлов расчетной схемы (*Вид/Вывод параметров/Скрыть узлы*) – это сделает процесс присвоения значений давлений и

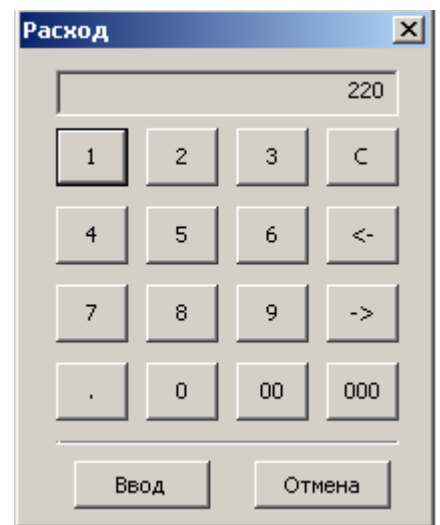


расходов более наглядным. Включите режим выделения (нажмите кнопку со стрелкой  на панели редактирования – теперь это основной режим работы), укажите курсором источник и щелкните правой кнопкой мыши. Откроется окно свойств выбранного элемента, в поля которого следует ввести значения давления и производительности (для источника) или значения часовых расходов природного газа (для потребителя).

Вводить числовые значения параметров удобнее всего с помощью панели быстрого ввода (форма в виде

калькулятора), которая включается кнопкой с многоточием возле поля выбранного параметра. Это позволяет не переключаться между работой с мышью и клавиатурой при вводе данных.

Еще быстрее можно определять значения параметров расчетной схемы с применением операций группового ввода. Например, если несколько потребителей имеют одинаковое значение расхода, их можно выделить, щелкая по ним левой клавишей мыши при нажатой клавише **Ctrl** и присвоить значения расхода применением универсальной панели ввода – установить значение параметра “Расход потребителя” в выпадающем списке панели, ввести числовое значение

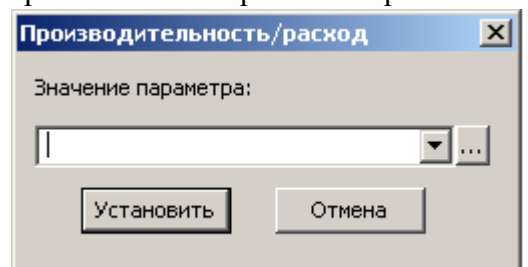


параметра и нажать кнопку




“Присвоить”. В результате такой последовательности действий введенное значение будет присвоено всем выделенным элементам расчетной схемы. Естественно, таким образом можно ввести не только значения расходов, но и любого параметра из выпадающего списка универсальной панели. Кроме того, указанные действия можно выполнять,

используя панель ввода параметров. В этом случае после ввода значения параметра и команды “Установить” достаточно “прощелкать” элементы схемы, которым присваивается заданное значение выбранного параметра. Использование панелей ввода целесообразно комбинировать с режимами вывода, нажимая соответствующие кнопки панели вывода. Это позволяет наглядно контролировать процесс определения параметров.

Все. Для проектного расчета систем газоснабжения исходных данных вполне достаточно. Конфигурация схемы определена, давления на источниках заданы, расходы потребителей установлены.



Проектный расчет.

Для расчета диаметров достаточно нажать кнопку “Проектный расчет”  и ввести значение минимального давления, которое необходимо выдержать в любом узле расчетной схемы. После расчета включите кнопки “Вывод диаметра” и “Вывод давления” панели вывода и ознакомьтесь с полученными результатами. Для удобства работы на этом этапе изображение подложки (*Вид/Отобразить подложку* или кнопка  панели Вид) удобнее отключить, если этого не сделано ранее. Анализ полученных результатов можно выполнять, используя панель вывода параметров и режимы поиска максимальных и минимальных значений расчетных параметров. 



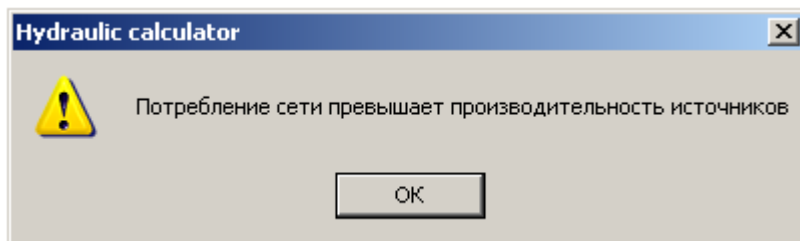
На этом этапе расчета некоторых наивных пользователей ждет разочарование. Как правило, их ожидания сводятся к тому, что программа сама выдаст готовое проектное решение. Не выдаст. В режиме проектного расчета “Hydraulic Calculator” рассчитает систему газоснабжения с минимальной материалоемкостью в условиях заданных ограничений (длин участков, давлений источников, расходов потребителей и необходимого минимального давления в системе). При этом, например, требование последовательного снижения диаметров трубопроводов по ходу потока газа может и не соблюдаться.



Еще раз. Программа не проектирует систему газоснабжения, она рассчитывает один из ее возможных вариантов. Проектирование системы газоснабжения является сложной многокритериальной задачей, при решении которой проектировщику приходится учитывать множество факторов, некоторые из которых вообще плохо поддаются формализации (например, потребление природного газа при разработке перспективных планов развития системы газоснабжения). “Hydraulic Calculator” вычисляет диаметры трубопроводов таким образом, что пользователь получает гарантированно работоспособный (в пределах установленных параметров) вариант системы газоснабжения минимальной материалоемкости при установленных ограничениях. Этот вариант может быть принят за проектное решение, но чаще должен использоваться в качестве достаточно точного первого приближения для поиска варианта системы по иным критериям оптимальности.

При расчете диаметров и в режиме поверочного расчета программой может быть выдано сообщение о несоответствии потребления сети установленной производительности источников природного газа.

Это информационное сообщение следует рассматривать как предупреждение о возможной ошибке проектирования – проверьте пропускные способности регуляторов ГРС или ГРП прежде, чем продолжать выполнение расчета, эта несложная процедура позволит избежать серьезной ошибки в проекте. Далее программа сможет самостоятельно




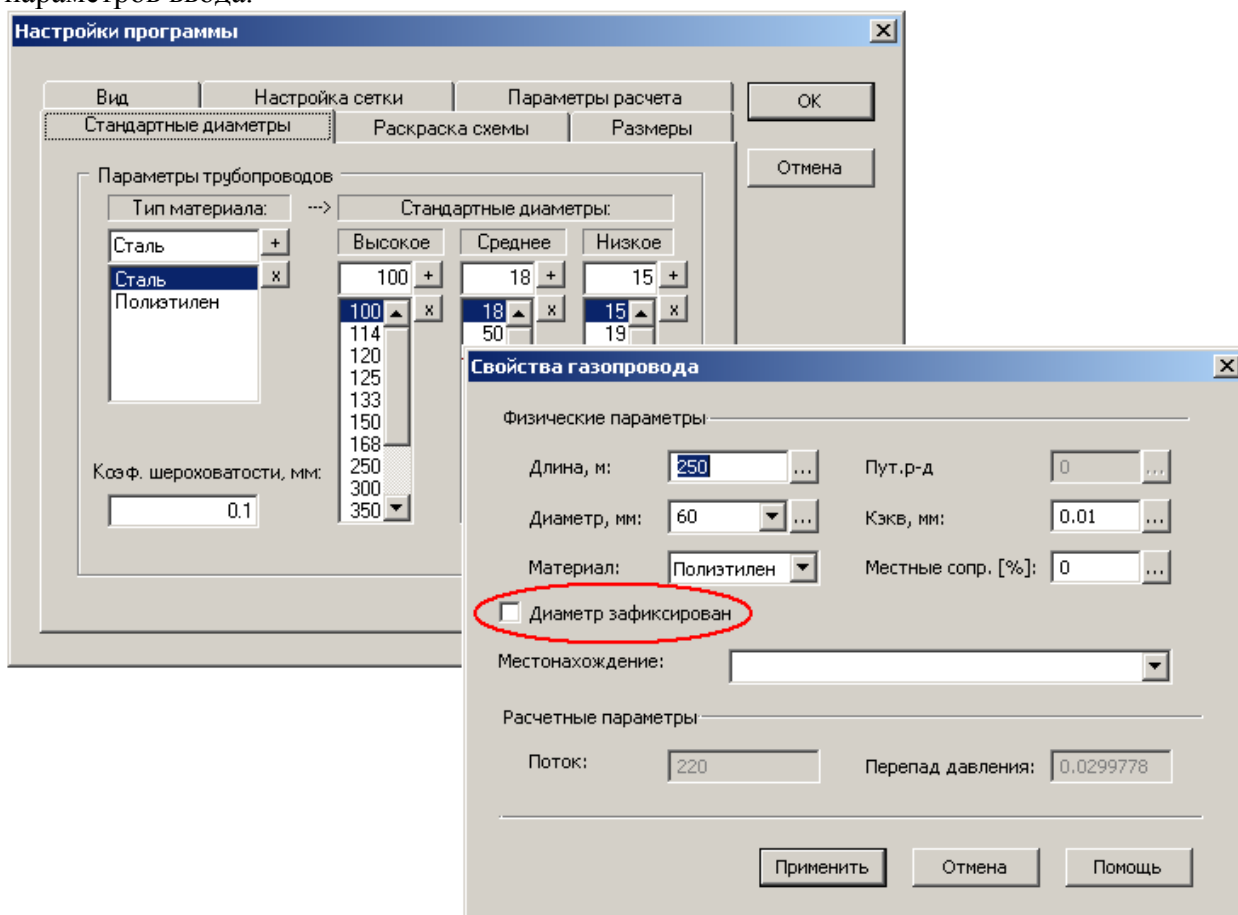
установить соответствующие пропускные способности (производительность) источников газа, однако это сообщение, все-таки, не следует оставлять без внимания.

Проверка результатов.

Как правило, при корректных данных, “Hydraulic Calculator” достаточно точно находит искомое решение. Превышение значения минимального расчетного узлового давления над заданным обычно минимальное и вызывается заменой расчетных (непрерывных) значений внутренних диаметров трубопроводов на стандартные. Быструю проверку решения задачи можно выполнить с помощью кнопки “Поиск минимума” панели поиска. Для поиска минимального расчетного давления в системе распределительных трубопроводов достаточно установить соответствующий признак на форме поиска и сравнить найденное значение минимального давления с заданным.

Таблица стандартных диаметров.

При проектном расчете программа оперирует стандартными внутренними диаметрами стальных и полиэтиленовых газопроводов, сгруппированных по ступеням давления (высокое, среднее, низкое) с коэффициентами шероховатости, рекомендуемыми для новых трубопроводов. Список применяемых диаметров может быть откорректирован путем добавления или исключения любых позиций выбранного списка. Просмотреть или откорректировать таблицу можно нажав кнопку “Стандартные диаметры”  панели параметров ввода.



Закрепление диаметров.

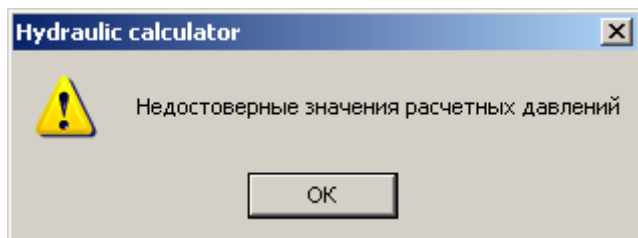
Для того чтобы сохранить неизменным заданное значение диаметра для отдельных участков трубопроводов при проектном расчете, достаточно в форме свойств участка

(открывается для выбранного участка щелчком правой кнопки мыши) установить соответствующий признак.

Исключительные ситуации.



Под исключительной ситуацией здесь понимается невозможность достижения требуемого решения путем последовательного выполнения всех этапов алгоритма. Обычно такая ситуация сопровождается выводом соответствующего диагностического сообщения.





Для проектного расчета вывод такого сообщения означает, что располагаемый перепад давления (разность между выходным давлением источника и заданным минимальным давлением) недостаточен для обеспечения

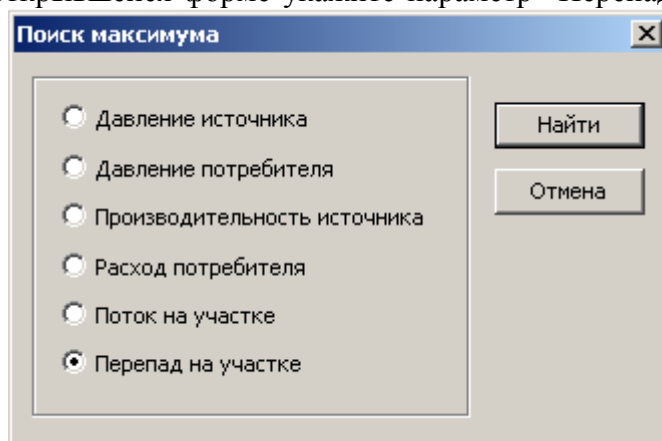
пропускной способности трубопроводной системы во всем диапазоне применяемых диаметров.

Наиболее вероятной ситуацией, провоцирующей подобное сообщение, может оказаться проектирование “большой” трубопроводной системы с применением исключительно полиэтиленовых труб, так как сортament труб из полиэтилена весьма ограничен.

Другой причиной может оказаться большое число участков с зафиксированными диаметрами или закрепление существенно меньших диаметров трубопроводов относительно располагаемого перепада давления при заданных расходах потребителей.

Обнаружить причину в этих случаях достаточно просто: нужно найти участки трубопроводов с максимальным расчетным перепадом давления. Нажмите кнопку “Поиск

максимума”  на панели поиска и на открывшейся форме укажите параметр “Перепад давления”. В результате программа участок с максимальным перепадом (“зажатый диаметр”). Обычно в разветвленных схемах таких участков оказывается несколько, поэтому целесообразно продолжить поиск с использованием кнопки “Найти следующий экстремум”  (продолжение поиска) на той же панели поиска. Проанализируйте полученные результаты и внесите соответствующие изменения в исходные данные.

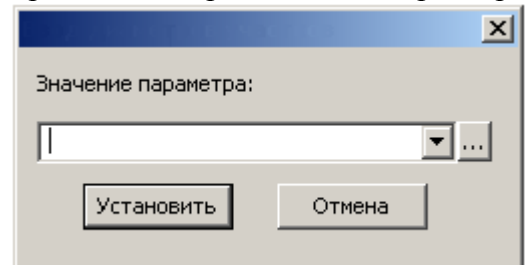


Поверочный расчет.

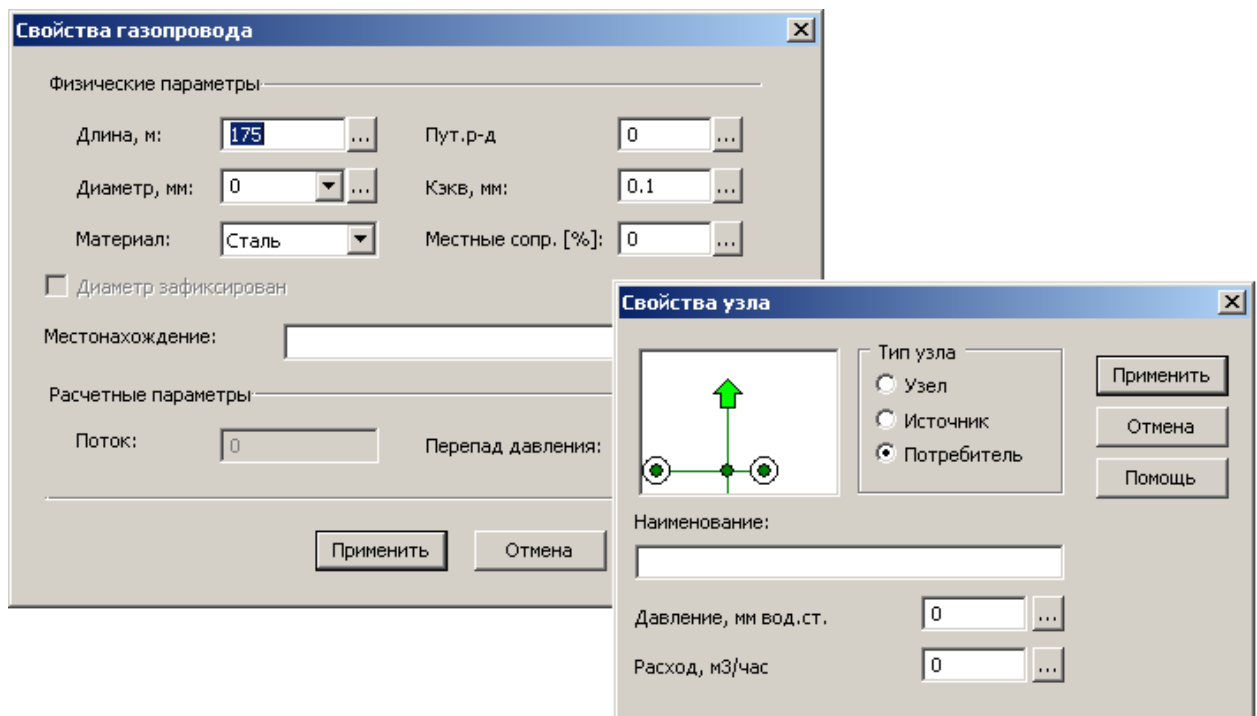
Поверочный расчет заключается в определении потоков и давлений по участкам трубопроводной системы при полностью определенных исходных данных. В отличие от проектного расчета при поверочном следует определить диаметры всех участков трубопроводной системы. Таким образом, подготовка данных для проектного расчета отличается от описанной ранее процедуры подготовки исходных данных этапом ввода диаметров.

Самым быстрым способом задания диаметров является использование групповых операций с применением панели ввода параметров или универсальной панели. Технология операций группового ввода параметров очень проста и эффективна:


1. на панели вывода нужно включить кнопку с изображением требуемого параметра;
2. в режиме выделения определить группу элементов расчетной схемы, для которой будет выполняться ввод заданного параметра (если группа непрерывна, выделение производится при перемещении указателя мыши (курсора) с удерживаемой левой клавишей. В случае, когда элементы удалены друг от друга, можно сформировать группу последовательными “щелчками” левой клавишей мыши на выбранных элементах при нажатой клавише Ctrl);
3. на панели ввода параметра нажать кнопку с изображением определяемого параметра и ввести его значения в открывшуюся форму обычным набором или выбором из списка;
4. нажать кнопку “Установить” на форме ввода параметров;
5. снять выделение с группы элементов щелчком в произвольном месте расчетной схемы за пределами выделенной группы или используя команду меню (Редактировать/Выделить/Снять выделение);
6. при необходимости повторить описанные этапы с другим значением параметра.



Разумеется, для каждого элемента расчетной схемы может быть установлено индивидуальное значение любого атрибута исходных данных в окне свойств элемента, которое открывается по щелчку правой клавишей мыши.




Проверка данных.

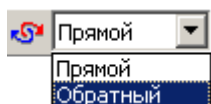
После завершения ввода исходных данных целесообразно произвести их проверку нажав кнопку “Тест”  на панели расчета. Если какой-либо из атрибутов обязательного набора данных окажется неопределенным, процедура контроля выделит его контрастным цветом, выдаст диагностическое сообщение и откроет окно свойств для ввода недостающего значения. Таким образом, последовательно будут проверены исходные

данные для всех элементов схемы. Завершение процедуры контроля данных сопровождается выводом соответствующего сообщения.

Проверка полноты данных при проектном расчете не имеет смысла, так как предполагается, что диаметры большинства трубопроводов неизвестны. В этом случае целесообразно применять визуальный контроль исходных данных с использованием кнопок панели вывода параметров.

Прямой и обратный поверочный гидравлический расчет.

При прямом гидравлическом расчете потоки и давления рассчитываются от источников природного газа к потребителям, при обратном – наоборот, поэтому прежде чем запускать обратный гидравлический расчет, следует определить значение входного давления хотя бы для одного потребителя. Направление поверочного расчета устанавливается на панели расчета выбором соответствующего элемента списка, запуск расчета на выполнение – кнопкой  той же инструментальной панели.

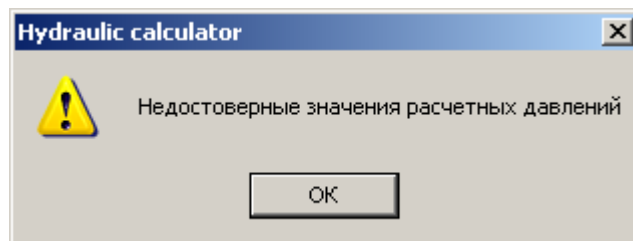


Проверка результатов.

При поверочном гидравлическом расчете каких либо проверок результатов расчета, за исключением случаев явно недостоверных данных, связанных с вычислением нулевых значений узловых давлений, не предусмотрено. Проверить результаты вычислений несложно, как и в случае проектного гидравлического расчета, поиском минимальных значений расчетных давлений.


Исключительные ситуации.

При выполнении поверочных гидравлических расчетов исключительных ситуаций не возникает. Сообщение программы о недостоверных значениях расчетных давлений означает, как правило, несоответствие параметров расчетной схемы заданному технологическому режиму. Причин, провоцирующих подобную ситуацию, всего три:



1. завышенные значения часовых расходов потребителей (наиболее распространенная);
2. ошибочное или недостоверное значение диаметра на одном или нескольких участках трубопроводов (менее распространенная, но встречается);
3. недостоверное значение давления на источниках природного газа (встречается, но редко).

Панель поиска программы предоставляет достаточно сервисных возможностей для самостоятельного поиска, анализа и устранения недостоверных данных.

 **Внимание.** Программа работает с избыточными величинами входных и выходных давлений (нет необходимости вручную пересчитывать избыточное давление в абсолютное и наоборот, пересчет давлений выполняется в процессе гидравлического расчета).


Практический пример.


Поскольку лучше один раз увидеть, рассмотрим описанную ранее технологию на расчете реального фрагмента среднего давления проектируемой системы газоснабжения.

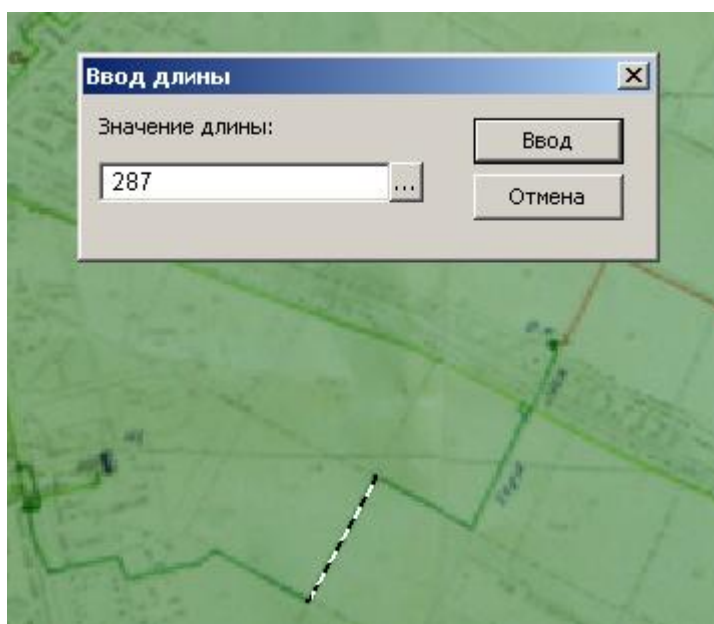



1. Снимаем цифровой фотокамерой (или сканируем) трассировку газопроводов среднего давления проектируемой системы.

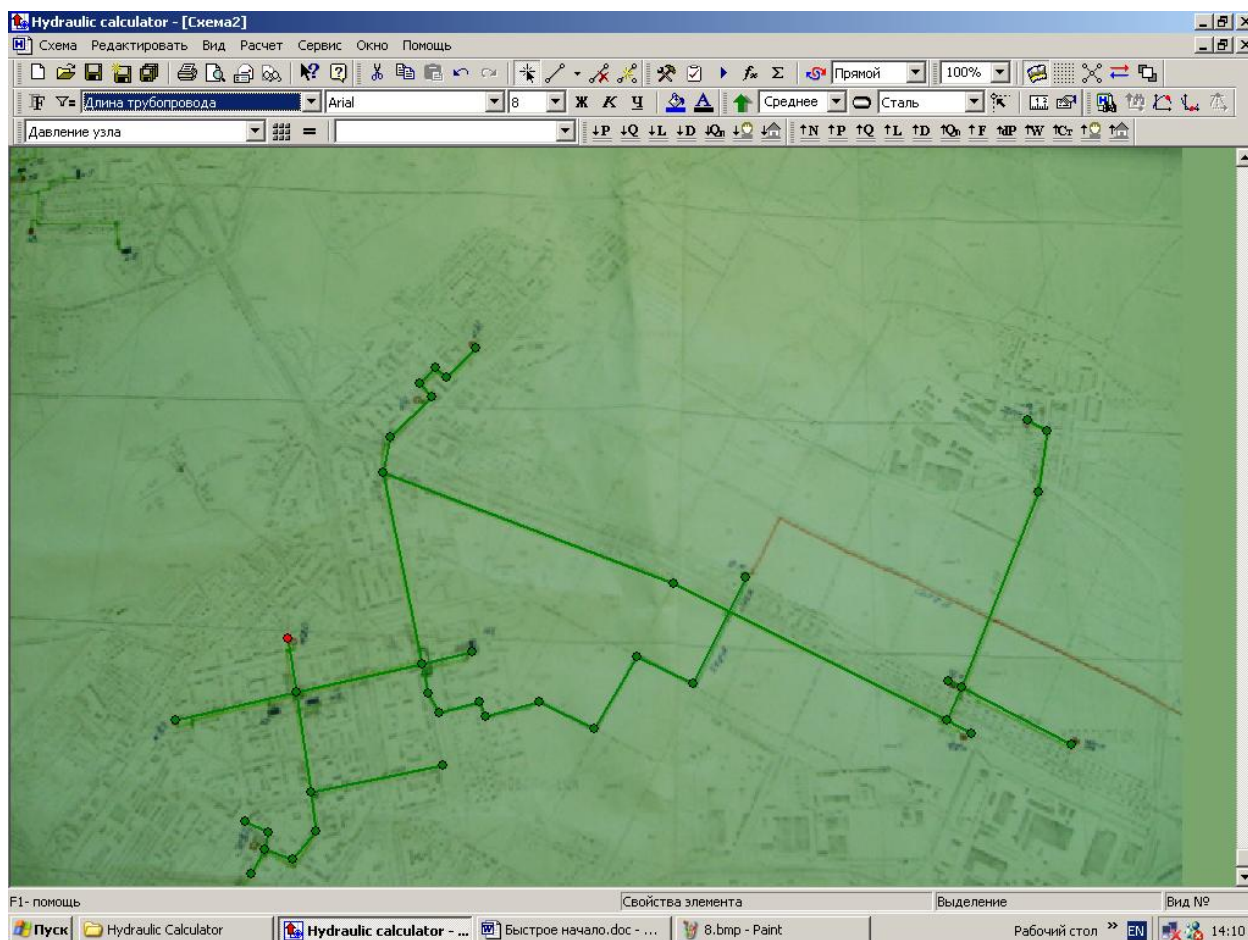
2. Сохраняем полученное изображение в формате *.bmp.


3. Запускаем “Hydraulic Calculator”, создаем новую расчетную схему кнопкой “Новая”  основной панели инструментов или выбрав пункт “Новая” меню “Схема” и загружаем сохраненное изображение для применения в качестве подложки используя пункт “Вставить подложку” меню “Редактирование”.

4. Кнопкой “Длина отрезка”  устанавливаем значение длины по любому элементу подложки, длина которого известна.




5. В режиме ввода участков (кнопка “Добавить” панели ввода ) прорисовываем схему по подложке при включенной кнопке вывода длины панели вывода параметров.



6. Отключаем изображение подложки кнопкой  (так удобнее) и определяем положение источника и потребителей природного газа, одновременно задаем выходное давление источника и расходы потребителей.

7. Визуальным контролем проверяем значения технологических параметров расчетной схемы, используя панель вывода параметров.

 *Обратите внимание, что длины всех участков трубопроводной вычисляются в процессе ввода расчетной схемы и не изменяются при последующих изменениях положения узлов и участков. При необходимости изменить значение длины можно редактированием значения длины в форме свойств участка.*

8. Выполняем проектный расчет для минимального давления 0.5 кг/см² и проверяем его результаты.

8.1 Минимальное давление в системе трубопроводов – 0.51 кг/см²;

8.2 Максимальная скорость потока газа на участке 32-34 – 55.1* м/сек;

8.3 Максимальный перепад давления газа на участке 9-17 – 1.41 кг/см²;

8.4 Максимальный поток газа 7940 м³/час на участках 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9;

* - нормативное значение скорости потока газа для надземных трубопроводов среднего давления 15 м/сек, при надземной прокладке трубопровода его внутренний диаметр следует увеличить до 137 мм. (определяется поверочным расчетом)

8.5 Общие свойства рассчитываемой схемы можно просмотреть с использованием пункта “Свойства схемы” меню “Схема”:

Свойства

Наименование: Среднее давление

Общие сведения: _____ Узлы: _____

Дата создания: 15:24 16.05.2 Число узлов: 38
из них: _____

Дата изменения: 16:18 16.05.2 Источников: 1

Число участков: 37 Потребителей: 11

Общая протяженность: 9462 Суммарное потребление: 7940

Протяженность трубопроводов:

Стальных:

Диаметр	Длина	%
207	1483	15.67
182	190	2.01
168	676	7.14
96	535	5.65
87	455	4.81
41	177	1.87

Полиэтиленовых:

Диаметр	Длина	%

После решения задачи рабочее окно программы может выглядеть, например, так:

Hydraulic calculator - [Схема_пробная.hcg]

Схема Редактировать Вид Расчет Сервис Окно Помощь

Длина трубопровода Arial 8 Ж К Ч Среднее Сталь

Давление узла

Пуск Hydraulic Calculator Hydraulic calculator - ... Быстрое начало.doc - ... 22.bmp - Paint Рабочий стол 15:10

Хронометраж.

Выполненный проектный расчет состоял из следующих этапов:

1. Подготовка подложки (*съемка 1 кадра цифровой камерой, перекачка на компьютер, преобразование *.jpg - *.bmp*) – 5 мин, включая подключение камеры к компьютеру;
2. Прорисовка расчетной схемы по подложке – 4 мин.
3. Определение положения источников и потребителей природного газа – 2 мин.
4. Ввод давления источников и расходов потребителей – 2 мин.
5. Проверка результатов расчета – 3 мин.

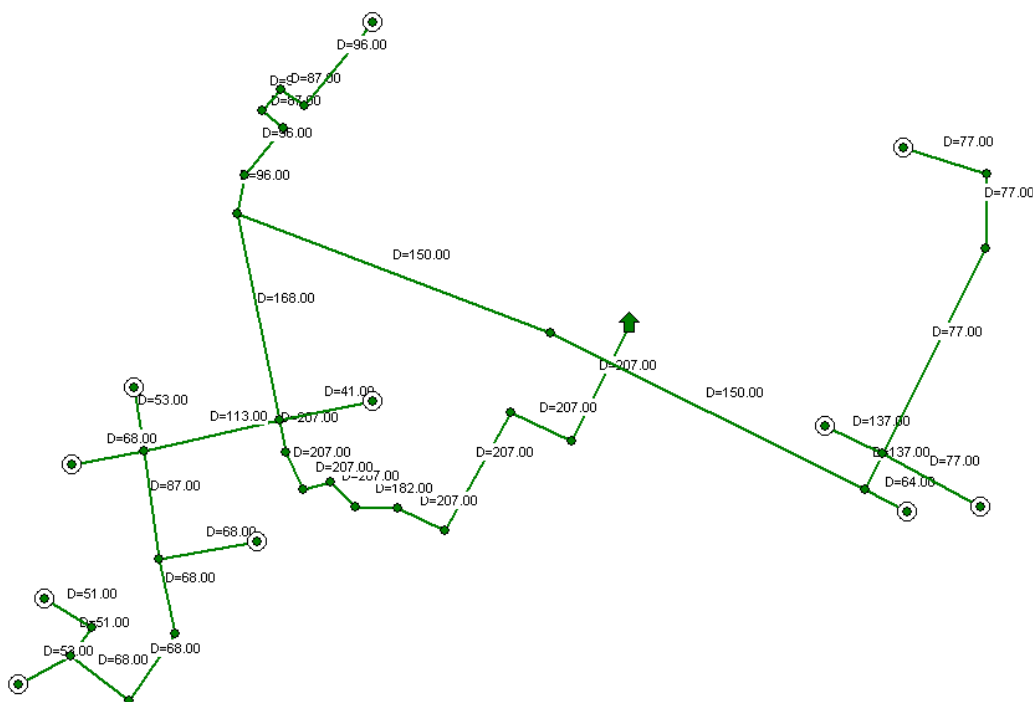
Итак, первый вариант проектируемой фрагмента системы газоснабжения среднего давления был получен за 16 минут – то есть, затраты времени на определение проектных параметров одного участка трубопроводной системы составили 26 секунд.

Вывод результатов.

Результаты расчета могут быть выведены на присоединенный принтер (плоттер) в виде текстового файла с исходными данными и результатами расчета, в графическом виде, включая изображение подложки или экспортированы в *.wmf файл для дальнейшей обработки или публикации в составе проектной или иной документации.

Оформление результатов расчета.

При необходимости документального оформления расчетная схема может быть экспортирована, например, в документ Word, с использованием преобразования расчетной схемы в файл формата *.wmf и последующей вставки в документ в режиме “Вставка/Рисунок/Из файла”:



Текстовую часть исходных данных и результаты расчета тоже можно вставить практически в любой документ, используя вывод данных в тестовый файл (“Сервис/Вывод исходных данных...”, “В файл”) и последующую вставку текста:

Наименование схемы Среднее давление.txt
Исходные данные и результаты расчета

Источники, потребители, узлы

Номер	Тип	Расход	Давление	Наименование
0	источник		3.00	
1	узел	0.00	2.85	
2	узел	0.00	2.77	
3	узел	0.00	2.66	
4	узел	0.00	2.58	
5	узел	0.00	2.43	
6	узел	0.00	2.40	
7	узел	0.00	2.34	
8	узел	0.00	2.31	
9	узел	0.00	2.27	
10	узел	0.00	1.92	
11	узел	0.00	1.73	
12	узел	0.00	1.39	
13	узел	0.00	1.21	
14	узел	0.00	1.05	
15	узел	0.00	0.87	
16	потребитель	1840.00	0.51	
17	потребитель	430.00	0.86	
18	узел	0.00	1.71	
19	потребитель	640.00	0.75	
20	узел	0.00	1.29	
21	потребитель	560.00	0.71	
22	узел	0.00	1.10	
23	узел	0.00	0.92	
24	узел	0.00	0.75	
25	узел	0.00	0.67	
26	потребитель	260.00	0.53	
27	потребитель	360.00	0.54	
28	потребитель	820.00	0.68	
29	узел	0.00	1.46	
30	узел	0.00	0.91	
31	потребитель	640.00	0.69	
32	узел	0.00	0.83	
33	потребитель	540.00	0.52	
34	потребитель	1500.00	0.82	
35	узел	0.00	0.61	
36	узел	0.00	0.53	
37	потребитель	350.00	0.51	

Участки

Нач	Кон	Длина	Диаметр	Поток	Перепад	Рн	Рк	Материал
0	1	409	207	7940.00	0.15	3.00	2.85	сталь
1	2	211	207	7940.00	0.08	2.85	2.77	сталь
2	3	287	207	7940.00	0.11	2.77	2.66	сталь
3	4	211	207	7940.00	0.08	2.66	2.58	сталь
4	5	190	182	7940.00	0.15	2.58	2.43	сталь
5	6	54	207	7940.00	0.02	2.43	2.40	сталь
6	7	139	207	7940.00	0.06	2.40	2.34	сталь
7	8	71	207	7940.00	0.03	2.34	2.31	сталь
8	9	101	207	7940.00	0.04	2.31	2.27	сталь
9	10	676	168	4870.00	0.35	2.27	1.92	сталь
10	11	122	96	1840.00	0.19	1.92	1.73	сталь
11	12	198	96	1840.00	0.33	1.73	1.39	сталь
12	13	59	87	1840.00	0.19	1.39	1.21	сталь

13	14	76	96	1840.00	0.15	1.21	1.05	сталь
14	15	50	87	1840.00	0.18	1.05	0.87	сталь
15	16	139	96	1840.00	0.35	0.87	0.51	сталь
9	17	177	41	430.00	1.41	2.27	0.86	сталь
9	18	443	113	2640.00	0.56	2.27	1.71	сталь
18	19	181	53	640.00	0.96	1.71	0.75	сталь
18	20	346	87	1180.00	0.42	1.71	1.29	сталь
20	21	464	68	560.00	0.58	1.29	0.71	сталь
20	22	135	68	620.00	0.19	1.29	1.10	сталь
22	23	122	68	620.00	0.18	1.10	0.92	сталь
23	24	101	68	620.00	0.17	0.92	0.75	сталь
24	25	59	51	260.00	0.08	0.75	0.67	сталь
25	26	88	51	260.00	0.14	0.67	0.53	сталь
24	27	92	53	360.00	0.21	0.75	0.54	сталь
18	28	426	68	820.00	1.02	1.71	0.68	сталь
10	29	1073	150	3030.00	0.46	1.92	1.46	сталь
29	30	1056	150	3030.00	0.55	1.46	0.91	сталь
30	31	88	64	640.00	0.22	0.91	0.69	сталь
30	32	122	137	2390.00	0.07	0.91	0.83	сталь
32	33	426	77	540.00	0.31	0.83	0.52	сталь
32	34	50	137	1500.00	0.01	0.83	0.82	сталь
32	35	726	77	350.00	0.22	0.83	0.61	сталь
35	36	223	77	350.00	0.08	0.61	0.53	сталь
36	37	71	77	350.00	0.02	0.53	0.51	сталь

Вот, собственно, и все. Остальные режимы и сервисные функции программы легко осваиваются в процессе эксплуатации.

Заключение.

Приведенной информации вполне достаточно для того, чтобы освоить работу с программой в течение 1,5-2-х часов. Каждая панель инструментов, их кнопки и функции программы описаны во встроенной системе помощи, которая в любой момент готова предоставить краткую информацию о каждом управляющем элементе программы.

Подробная информация о работе программы, включая общее описание алгоритмов гидравлического расчета и результаты решения контрольных примеров приведена на 87 страницах "Руководства пользователя". Мы старались создать удобный инструмент и надеемся, что он оправдает Ваши ожидания.

*Желаем успехов!
Авторы.*

