

Общество с ограниченной ответственностью
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
“А В Т О М А Т И К А - С”

Система автоматического вычисления расхода на базе OPC-сервера

САВРОС 6

КСИП. 469551.000 РЭ

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл	Подп. и дата

Н
а
к
л
е
й
к
а

2006

Утвержден ТКБЯ. 469551.000 РЭ РЭ-ЛУ

Система автоматического вычисления расхода на базе ОРС-сервера

САВРОС 6

КСШП. 469551.000 РЭ

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл	Подп. и дата

2006

Общество с ограниченной ответственностью
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
“А В Т О М А Т И К А - С”

"УТВЕРЖДАЮ"

Генеральный директор

Славин Г.З.

Система автоматического вычисления расхода на базе ОРС-сервера

САВРОС 6

КСШП. 469551.000 РЭ

Лист утверждения КСШП. 469551.000 РЭ РЭ-ЛУ

Руководитель разработки
Исполнитель ПО

Л.И. Бризицкий
П.П. Стороженко

2006

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл	Подп. и дата

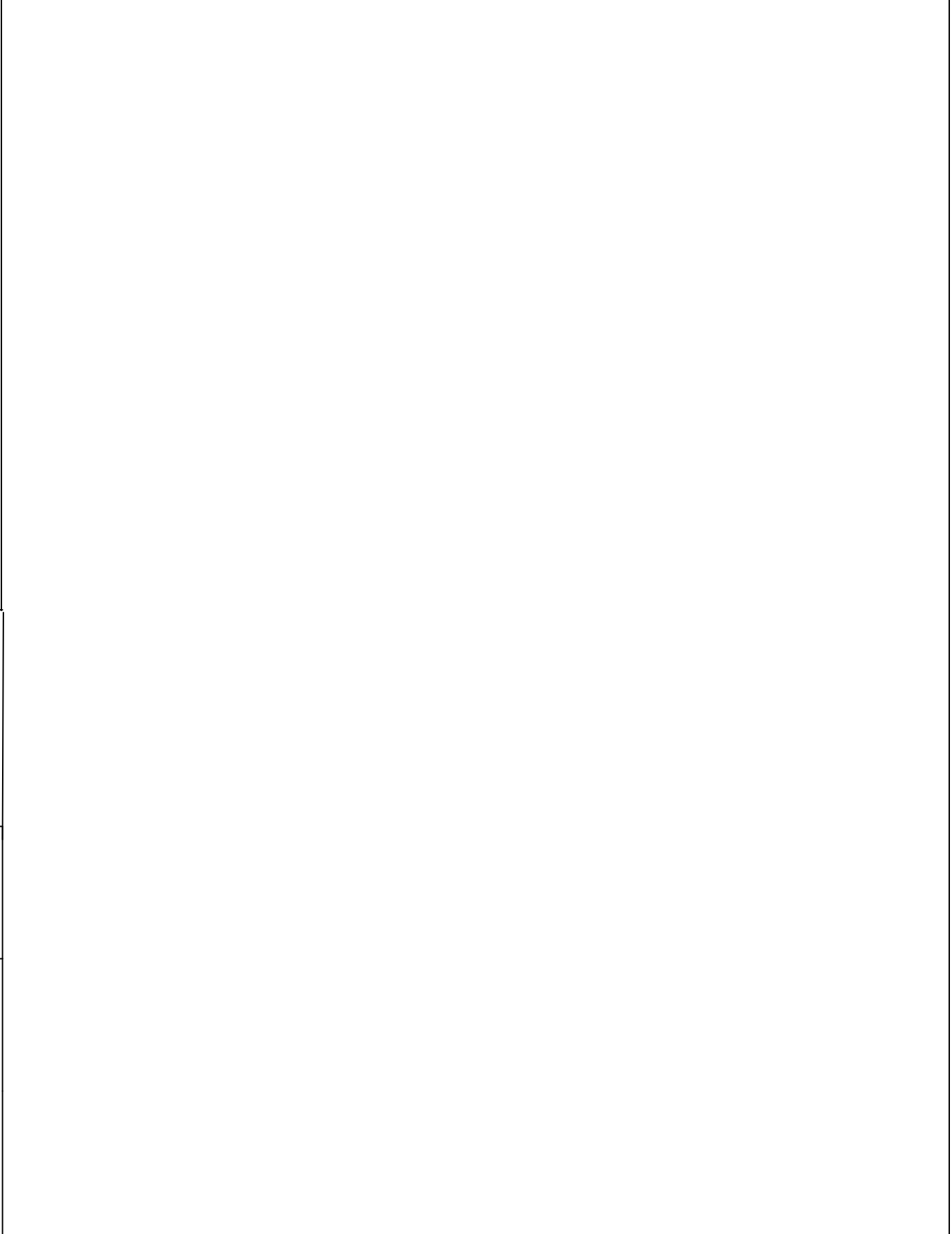
СОДЕРЖАНИЕ

1	Аннотация.....	3
2	Назначение и область применения	4
3	Системные требования и состав пакета	4
3.1	Аппаратные требования.....	4
3.2	Программные требования.....	5
4	Установка и настройка	5
4.1	Порядок установки.....	5
5	Структура и принцип работы.....	5
5.1	Схема работы.....	5
5.2	Структура данных OPC-сервера.....	6
5.3	Порядок работы и обслуживание	8
6	Лицензии и работа в демонстрационном режиме	8
7	Описание расходомеров	8
7.1	Расходомеры и их свойства.....	8
7.2	Переменные и их свойства.....	9
8	Графическая оболочка	10
9	Конфигурирование.....	11
9.1	Конфигурирование OPC-сервера.....	11
9.2	Пример конфигурирования.....	16
9.3	Конфигурирование OPC-клиентов	16
10	Особенности взаимодействия с OPC-клиентами	18
11	Управление OPC-сервером.....	18
12	Ввод значений входных переменных на OPC-сервере	19
12.1	Порядок изменения значения входной переменной	19
12.2	Тестовый расчет	20
12.3	Коррекция значений входных переменных в процессе работы	20
13	Справочник расходомеров	20
13.1	Введение	20
13.2	Общее описание расходомеров	20
13.2.1	Общие свойства элементов дерева конфигурации	20
13.3	Общий расходомер	24
13.4	Расходомер для воды	25
13.5	Расходомер для пара (однотрубная магистраль).....	27
13.6	Расходомеры для природного газа	28
13.7	Расходомеры для товарной нефти, бензина, реактивного топлива, мазута и дизельного топлива по МИ 2632-2001.	30
13.8	Расходомеры для нефти и нефтепродуктов по API 2540.....	32
13.9	Расходомер газовой смеси.....	34
13.10	Деморасходомер.....	35
14	Метрологические характеристики.....	36
15	Инструкция проверки программы	36
16	Журнал событий OPC-сервера	36
17	Приложение А	37
18	Приложение Б	38
19	Приложение В	45
20	Лист регистрации изменений.....	49

Инв. № подл.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	

					КСШП. 469551.000РЭ			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Система автоматического вычисления расхода на базе OPC-сервера САВРОС 6 Руководство пользователя	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Бризицкий				2	83	
Пров.		Бризицкий						
Н. контр.		Бурякова				НПП «Автоматика-С»		
Утв.		Славин						

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



					КСШП. 469551.000РЭ							
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Система автоматического вычисления расхода на базе ОРС-сервера САВРОС 6 Руководство пользователя			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Бризицкий								3	83	
Пров.		Бризицкий						НПП «Автоматика-С»				
Н. контр.		Бурякова										
Утв.		Славин										

2 Назначение и область применения

Пакет САВРОС 6 предназначен для вычислений массового и объемного расхода сред, их свойств и количество тепловой энергии (для воды и пара), на измерительном трубопроводе (ИТ) круглого сечения с помощью сужающего устройства (СУ) - диафрагмы, методом переменного перепада давления.

Пакет используется для технологических операций.

Область применения пакета ограничивается диапазонами допустимых значений входных параметров и перечнем сред:

- вода;
- пар;
- природный газ;
- газовая смесь;
- товарная нефть;
- бензин;
- реактивное топливо;
- мазут и дизельное топливо.

Алгоритмы вычисления и регламентирование диапазона допустимых значений входных параметров соответствуют следующим документам:

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97 при расчете массового расхода на измерительном трубопроводе ИТ и СУ методом переменного перепада давления.
- МИ 2412-97 и МИ 2451-98 при расчете свойств воды и перегретого пара;
- ГОСТ 30319.0,1,2-96 при расчете свойств природного газа;
- МИ 2632-2001, АРІ 2450 при расчете свойств нефти и нефтепродуктов;
- Методика ГСССД МР118-05 при расчете свойств газовых смесей.

Пакет выполняет следующие функции:

- производит расчет мгновенных и интегральных значений массового и объемного расхода среды, количество тепловой энергии;
- производит расчет свойств среды: плотности, вязкости и коэффициента адиабаты;
- сохраняет интегральные значения расходов и тепловой энергии за текущий и предыдущий час;
- отображает результаты вычислений посредством графической оболочки в единицах измерения задаваемых пользователем;
- передает результаты расчетов в системы более высокого уровня по протоколу OPC, включая сообщения об ошибках возникающих при неверных входных данных или вычислениях.

Все ПО обеспечено защитой от несанкционированных действий и нелегального использования.

Допускаются добавления сервисных функций ПО пакета САВРОС 6, которые не влияют на работу вычислителя.

3 Системные требования и состав пакета

3.1 Аппаратные требования

Ниже перечислены минимальные системные требования:

- центральный процессор - IBM-совместимый (Pentium III 600 МГц);
- оперативная память - 256Мб;
- свободное место на диске - 50Мб;
- привод CDROM;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

КСШП. 469551.000 РЭ				Лист
				4

- USB-порт.

Рекомендованные системные требования:

- центральный процессор - IBM-совместимый (Pentium IV 3000 МГц);
- оперативная память - 512Мб;
- свободное место на диске - 50Мб;
- привод CDRом;
- USB-порт.

3.2 Программные требования

Для установки и работы САВРОС 6 необходимо иметь следующее системное ПО:

- операционную систему «MS Windows 2000/XP/2003»;
- платформу «MS .NET Framework v1.1» или более позднюю версию;
- сервис «OPCEnum»;

Последние два ПО входят в комплект поставки САВРОС 6.

OPC-клиенты должны поддерживать спецификацию OPC DA 2.00.

4 Установка и настройка

4.1 Порядок установки

Перед установкой пакета САВРОС 6 необходимо установить каркас «MS .NET Framework» для этого запустите файл «CDROM\dotNetFramework\dotnetfx.exe» и следуйте инструкциям мастера установки.

Далее нужно установить службу «OPCEnum» для этого запустите файл «CDROM\OPCEnum\OPCEnumInst.exe».

После установки «MS .NET Framework» и «OPCEnum» запустите файл «CDROM\setup.exe» и следуйте инструкциям мастера установки.

Следующим этапом выполняется конфигурирование OPC-сервера.

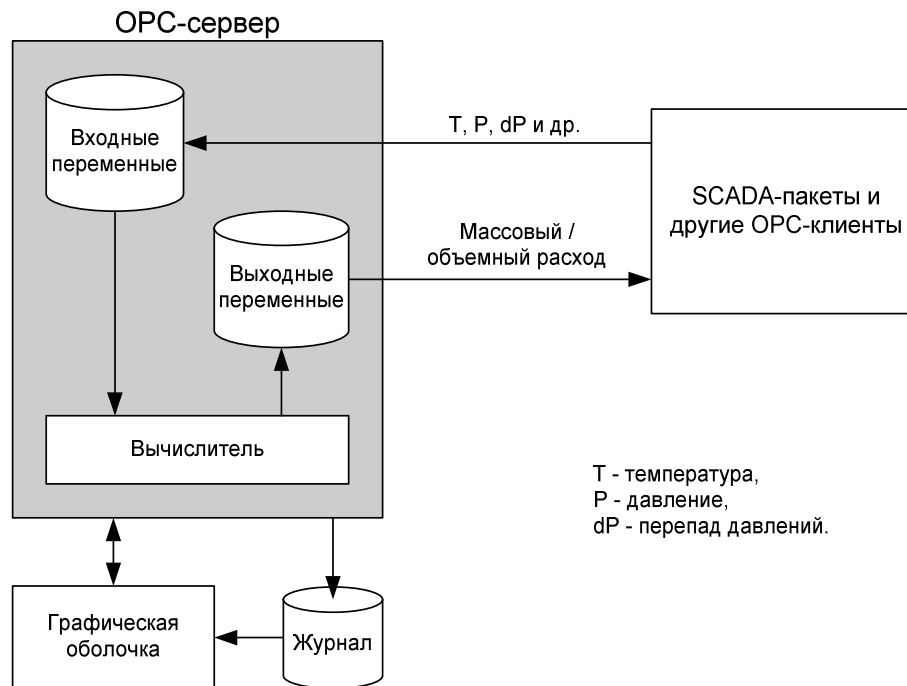
5 Структура и принцип работы

5.1 Схема работы

Как показано на рис. 3 САВРОС 6 состоит из OPC-сервера со встроенным вычислителем и графической оболочки. Вычислитель выполняет функции расчета расхода, OPC-сервер обслуживает OPC-клиентов в рамках стандарта OPC. Графическая оболочка предназначена для конфигурирования OPC-сервера и управления им. В качестве OPC-клиентов могут использоваться SCADA-пакеты, интеллектуальные датчики и др.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						5
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Т - температура,
Р - давление,
dP - перепад давлений.

Рис 3. Принцип работы САВРОС 6

Информация поступающая на ОПС-сервер, например со SCADA-пакета, является исходными данными для вычисления. Вычислитель производит расчет при поступлении исходных данных и устанавливает новые значения выходных переменных на ОПС-сервере. Далее SCADA-пакет использует результаты расчета для дальнейших вычислений или для сохранения в базе данных.

На одном физическом сервере может быть запущен один экземпляр ОПС-сервера САВРОС 6.

В процессе работы САВРОС 6 вносит служебную информацию в журнал. Просмотреть служебную информацию из журнала можно из любого текстового редактора. Подробнее о журнале написано в разделе 15.

Перед началом работы САВРОС 6 необходимо выполнить конфигурирование ОПС-сервера используя графическую оболочку.

5.2 Структура данных ОПС-сервера

Структура данных ОПС-сервера, изображенная на рис. 4, представляет собой дерево входных и выходных переменных. Корнем дерева является узел учета, который содержит в себе различные типы расходомеров. Каждый тип расходомера содержит в себе свойственный ему набор переменных. Расходомер может размещаться в группе. Группы имеют единственное свойство доступное для редактирования – «Имя» с помощью него задается имя группы.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

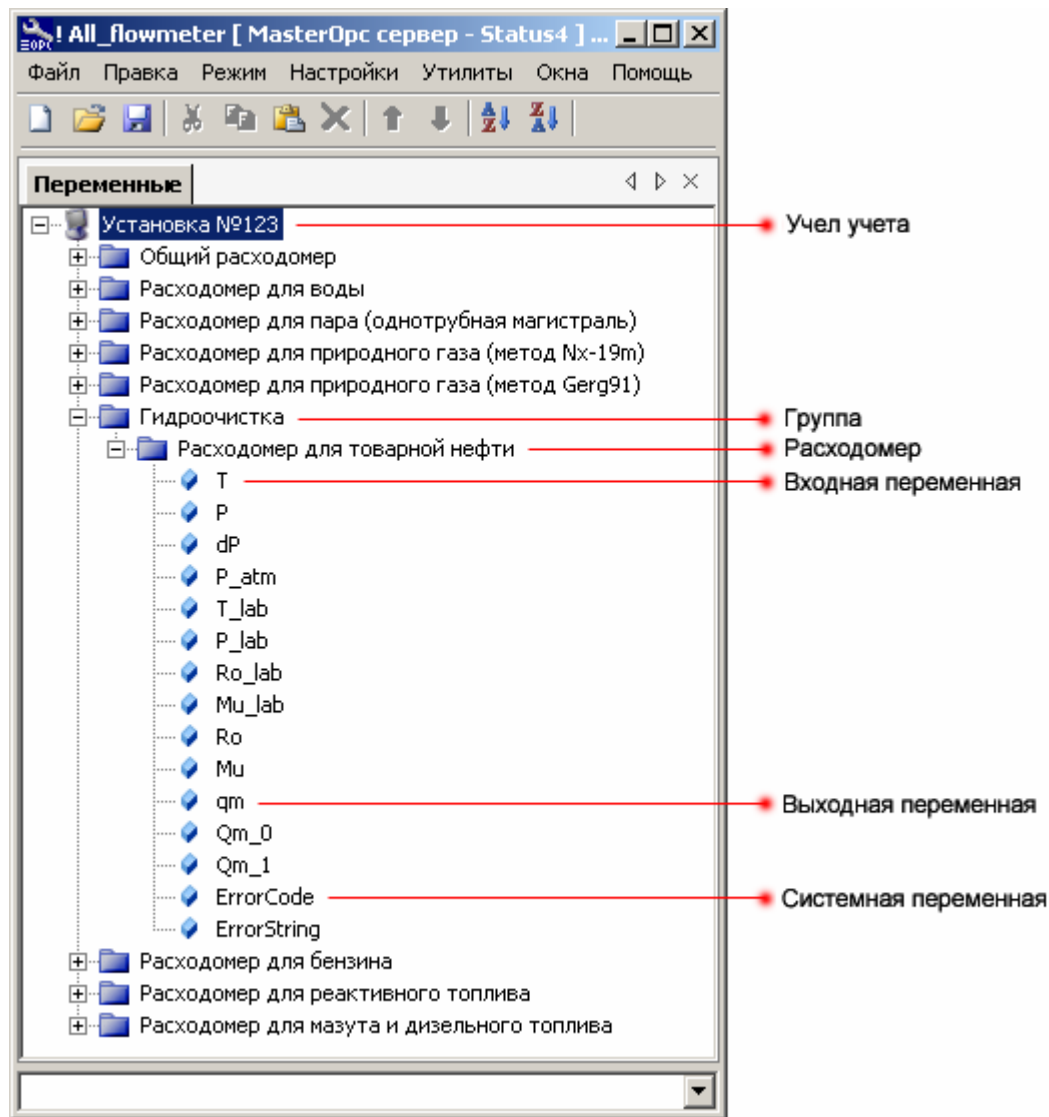


Рис 4. Структура данных OPC-сервера

Узел учета, расходомеры и переменные имеют свойства характеризующие различные параметры, которые описаны в разделе 7.

OPC-клиентам для чтения и записи доступны только переменные, свойства расходомеров и переменных на OPC-сервере можно изменить только вручную. Переменные являются OPC-элементами. Расходомеры являются OPC-группами. Например, переменная «Т» расходомера для товарной нефти будет доступна OPC-клиенту по адресу: «Расходомер для товарной нефти:Т».

Переменные разделяются на два типа:

- входные переменные – хранят исходные данные для расчета
- выходные переменные – хранят результат расчета;
- системные переменные – содержат флаг достоверности входных переменных, код и строку ошибки.

Входные переменные доступны OPC-клиентам для чтения и записи, выходные и системные доступны только для чтения.

Набор переменных с их описанием для каждого расходомера приведен в разделе 13.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

5.3 Порядок работы и обслуживание

Работа с САВРОС 6 начинается с конфигурирования OPC-сервера САВРОС 6 с помощью графической оболочки. После завершения конфигурирования графическую оболочку можно закрыть. Далее производится настройка связи OPC-сервера и OPC-клиента путем вставки OPC-элементов из сервера в клиент (эти действия выполняются в приложении клиента).

При обращении OPC-клиента к OPC-серверу последний запустится автоматически и в области уведомлений (справа внизу) появится значок изображенный на рис.5.

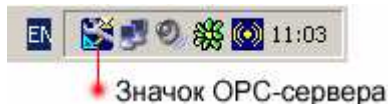


Рис 5. Значок OPC-сервера САВРОС 6 в области уведомлений

Отсутствие этого значка в области уведомлений означает отсутствие обращений OPC-клиентов к OPC-серверу.

При необходимости, во время работы OPC-сервера можно корректировать входные величины расходомеров, такие как лабораторные значения, которые периодически изменяются при проведении анализа измеряемой среды. В процессе работы OPC-сервера невозможно изменять свойства узла учета, расходомеров и переменных. Для их изменения потребуется остановка сервера.

6 Лицензии и работа в демонстрационном режиме

Пакет САВРОС 6 защищен от нелегального использования электронным ключом. Ключ ограничивает количество и типы расходомеров, которые пользователь может использовать на узле учета.

При запуске САВРОС 6 без HASP-ключа OPC-сервер будет работать в демонстрационном режиме, при котором выходные переменные будут иметь не достоверные значения. Т.е. расчет массового, объемного расхода и других выходных переменных производиться не будет. Для изучения возможностей САВРОС 6 можно воспользоваться «Деморасходомером», который принимает входные значения и выдает случайные значения на выходе. Подробное описание деморасходомера см. в разделе 13.

Вслучае, когда пользователь обладает продуктом с ключом и желает дополнить количество расходомеров на узле учета или использовать другие типы расходомеров, то производится процедура обмена ключами или удаленная перепрошивка имеющегося ключа.

7 Описание расходомеров

7.1 Расходомеры и их свойства

Все расходомеры делятся на типы по измеряемым средам. Например, «Расходомер для воды», «Расходомер для товарной нефти», «Расходомер для природного газа (метод Gerg91)» и др. Каждый расходомер содержит в себе переменные, так называемые OPC-элементы, которые доступны OPC-клиентам. Каждый тип расходомера содержит определенный набор переменных.

Все типы расходомеров имеют свойства. Часть свойств используется в качестве входных данных для вычислителя САВРОС 6. Другая часть свойств задает имя и отображает тип расходомера.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

Свойства расходомеров можно изменять только тогда, когда ОРС-сервер находится в режиме конфигурирования, т.е. не запущен.

7.2 Переменные и их свойства

Каждый расходомер содержит в себе следующие типы переменных:

- входные (доступны ОРС-клиентам для чтения и записи);
- выходные (доступны ОРС-клиентам для чтения);
- системные (доступны ОРС-клиентам для чтения).

Входные переменные являются исходными данными для вычислителя САВРОС 6. Выходные переменные являются результатом вычисления.

Системные переменные информируют ОРС-сервер и ОРС-клиента об ошибках входных данных и ошибках возникающих в процессе расчета.

Все переменные расходомера имеют различные свойства, которыми пользователь определяет:

- единицу измерения;
- тип значения (для давлений);
- имя переменной;
- значение по умолчанию (для входных переменных);
- и др.

Свойства переменных расходомера можно изменять только тогда, когда он находится в режиме конфигурирования, т.е. не запущен.

Инв. № подл.					Подп. и дата
Инв. № дубл.					Подп. и дата
Взам. инв. №					Подп. и дата
Инв. № подл.					Подп. и дата
Инв. № дубл.					Подп. и дата
Взам. инв. №					Подп. и дата
					Лист
					9
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ

8 Графическая оболочка

Графическая оболочка САВРОС 6 представленная на рис. 6 служит для конфигурирования ОРС-сервера и управления им.

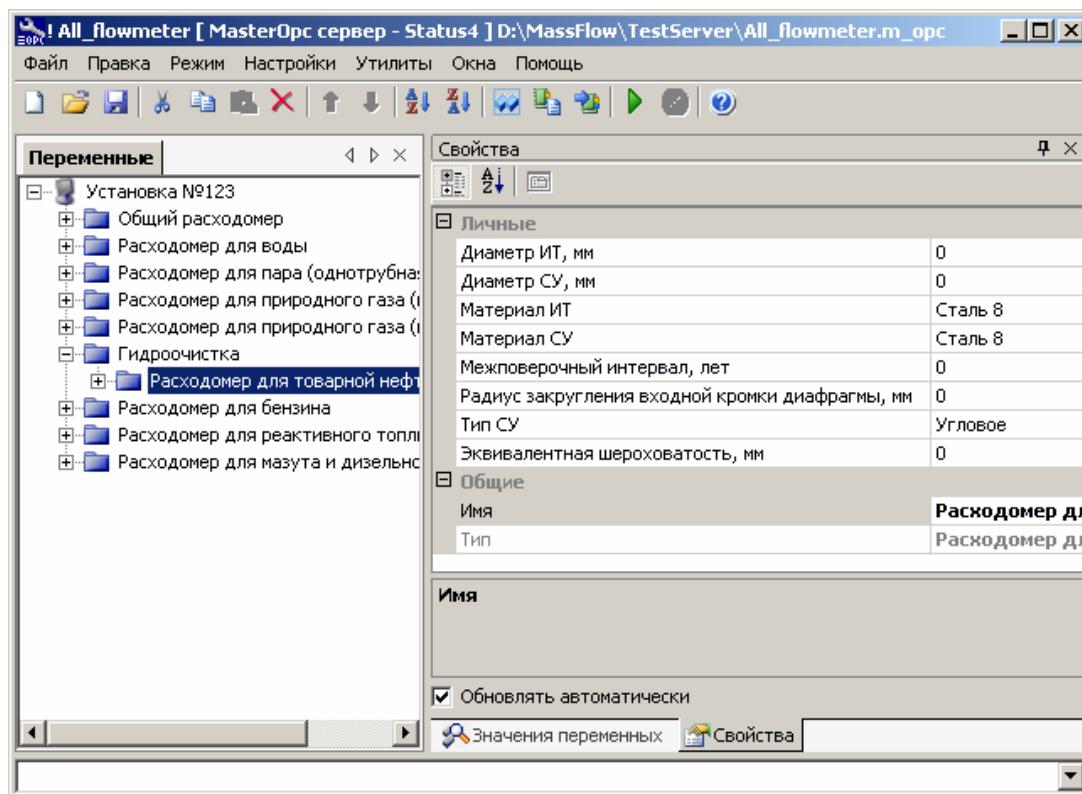



Рис 6. Графическая оболочка САВРОС 6

Окно оболочки состоит из:

- главного меню;
- панели управления;
- области переменных (левая часть окна);
- области значений переменных и свойств (правая часть окна).

Область переменных отображает расходомеры с переменными и служит для построения структуры ОРС-сервера.

Область значений переменных и свойств отображает свойства расходомеров и переменных, а также значения переменных. Значения переменных отображаются с точностью восьми-байтных вещественных чисел (до 15 значащих разрядов).

Подробное описание графической оболочки приводится в справке по ОРС-серверу фирмы «InSAT», которую можно вызвать нажав кнопку  на панели инструментов или выбрав в главном меню «Помощь->Справка».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

9 Конфигурирование

9.1 Конфигурирование OPC-сервера

Конфигурирование OPC-сервера осуществляется с помощью графической оболочки «MasterOpc.ShowGui.exe» в следующем порядке:

- Запустите графическую оболочку из меню «Пуск».
- Задайте имя узлу учета. Для этого левой кнопкой мыши выделите узел учета и заполните свойство «Имя».

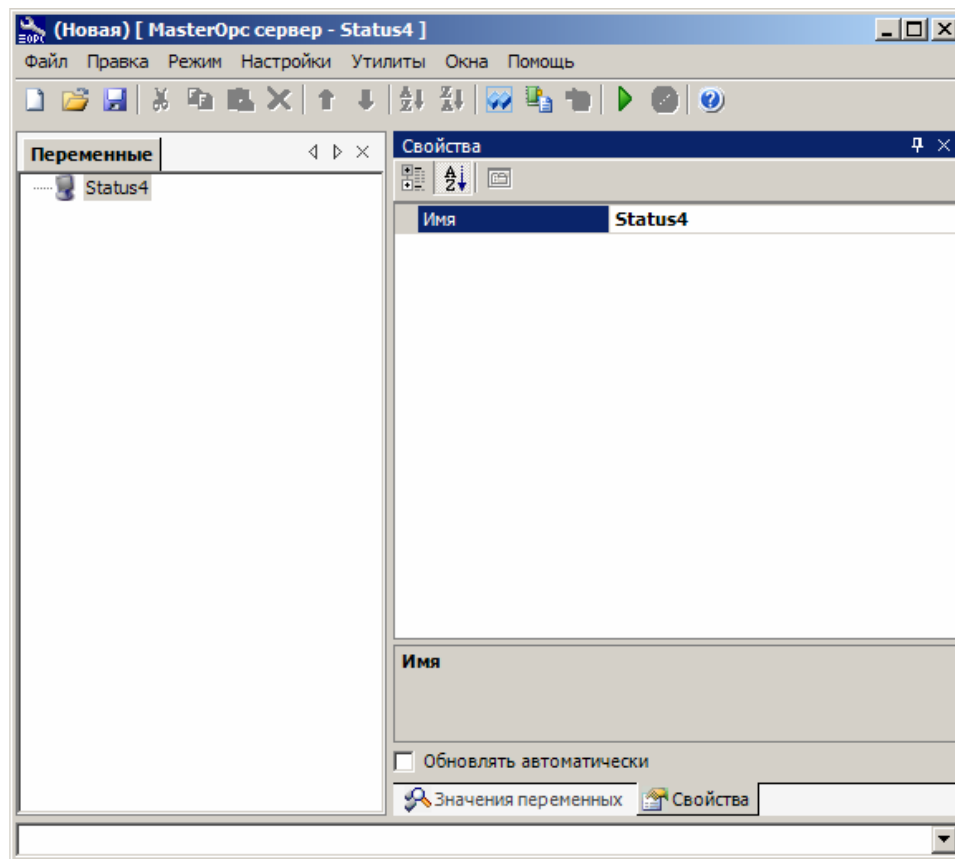


Рис. 7. Заполнение свойства «Имя»

- Создайте желаемую иерархию групп если это необходимо. Для создания группы нажмите правой кнопкой мыши на элемент дерева, в который будет вставляться создаваемая группа и в контекстном меню выберите пункт «Группа».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

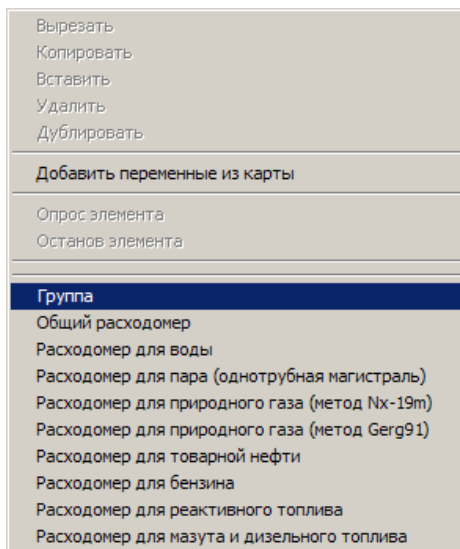


Рис. 8. Вставка элемента дерева

В области переменных отобразится новая группа. Задайте ей имя, заполнив свойство «Имя». Группа может быть вставлена в узел учета или в другую группу.

- Вставьте нужные типы расходомеров. Для этого левой кнопкой мыши выделите узел учета и в главном меню выберите «Правка->Вставить из библиотеки». Откроется окно показанное на рис. 9.

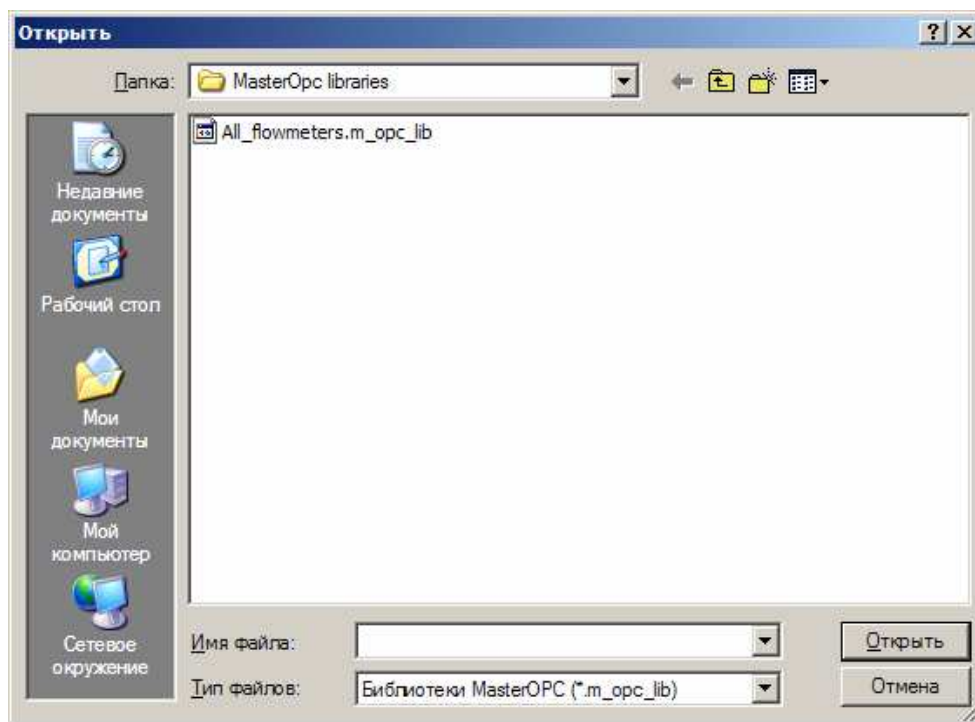


Рис. 9. Вставка расходомеров из библиотеки

Выберите файл «<Путь установки САВРОС 6>\All_flowmeters.m_opc_lib» и нажмите кнопку «Открыть». В узле учета появятся расходомеры всех типов содержащие наборы переменных. (см. рис. 10).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

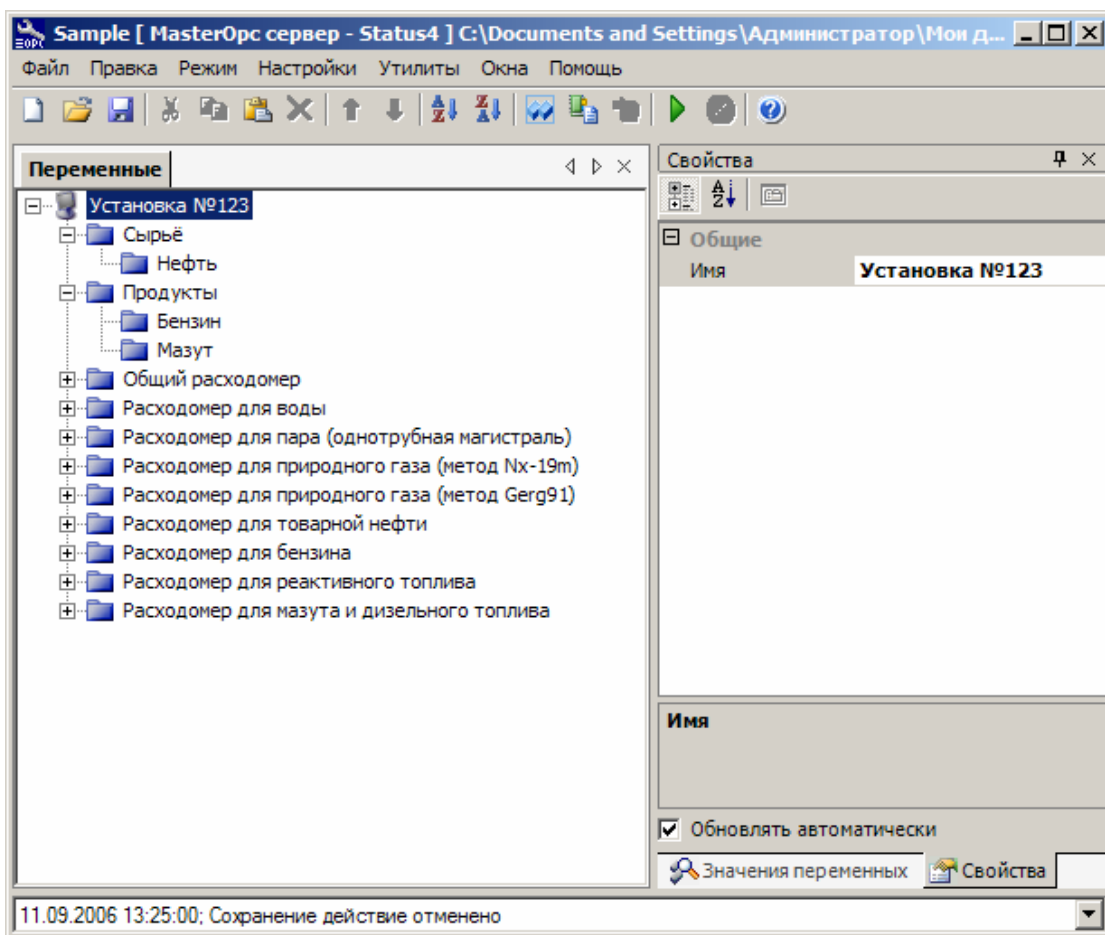



Рис. 10. Вставленные расходомеры

Удалите ненужные расходомеры. Для удаления расходомера выделите левой кнопкой мыши ненужный и нажмите кнопку  на панели инструментов. Типы расходомеров описаны в справочнике данного документа (см. раздел 13)

- Сделайте дубликаты расходомеров, так чтобы получить нужное количество расходомеров по каждому типу. Например, в конфигурации потребуется два расходомера для товарной нефти, три для мазута и один для бензина. Для дублирования нажмите правой кнопкой мыши на расходомер и в появившемся контекстном меню выберите «Дублировать». Откроется диалоговое окно «Количество (0-50)» изображенное на рис. 11.

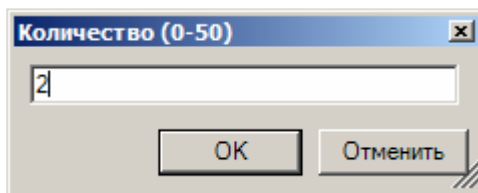


Рис. 11. Диалоговое окно «Количество (0-50)»

В поле ввода введите необходимое количество дубликатов и нажмите кнопку «ОК».

- Распределите расходомеры по иерархии групп. Для перемещения расходомера по иерархии дерева конфигурации нажмите правой кнопкой мыши на перемещаемый расходомер и в появившемся контекстном меню выберите «Вырезать». Далее

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

нажмите правой кнопкой мыши на группу, в которую будет вставляться расходомер и в появившемся контекстном меню выберите «Вставить».

- Заполните свойства расходомеров. Выделите расходомер левой кнопкой мыши, в области свойств главного окна отобразится список, который требуется заполнить (см. рис. 12).

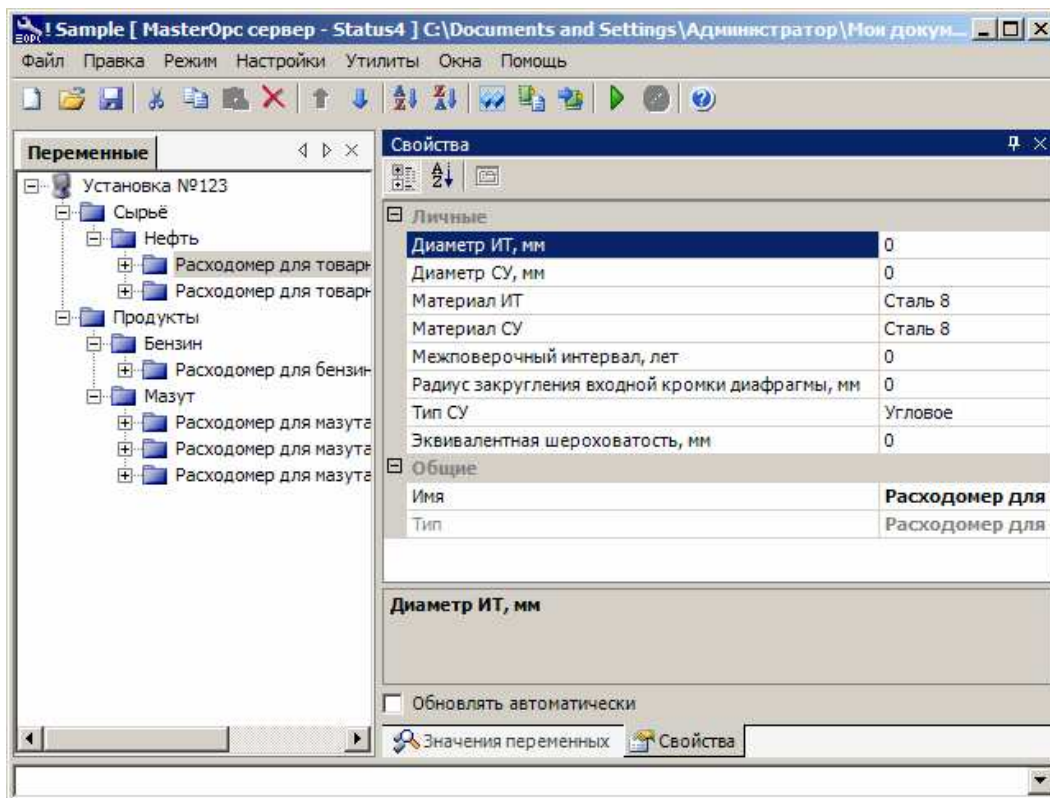


Рис. 12. Свойства расходомера

Свойства каждого типа расходомера описаны в справочнике данного документа (см. раздел 13). При заполнении свойств используйте паспорт на СУ.

- Заполните свойства переменных. Выделите переменную расходомера левой кнопкой мыши, в области свойств главного окна отобразится список, который требуется заполнить (см. рис. 13).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

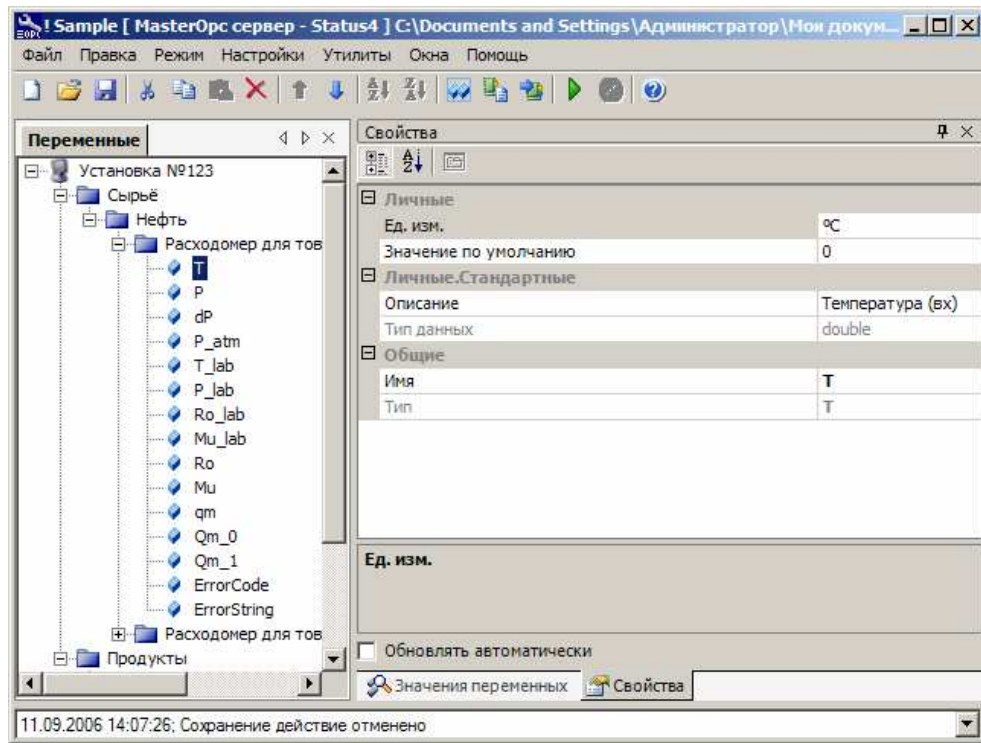



Рис. 13. Свойства переменной

Свойства переменных описаны в справочнике данного документа (см. раздел 13).

- Проверьте правильность конфигурирования. Для проверки выделите левой кнопкой мыши узел учета и запустите OPC-сервер нажатием на кнопку  панели инструментов. Далее введите любое значение какой-либо входной переменной. О том как это сделать описано в разделе 12.1. Если конфигурация выполнена с ошибками, то после запуска сервера появится окно трассировки изображенное на рис. 14

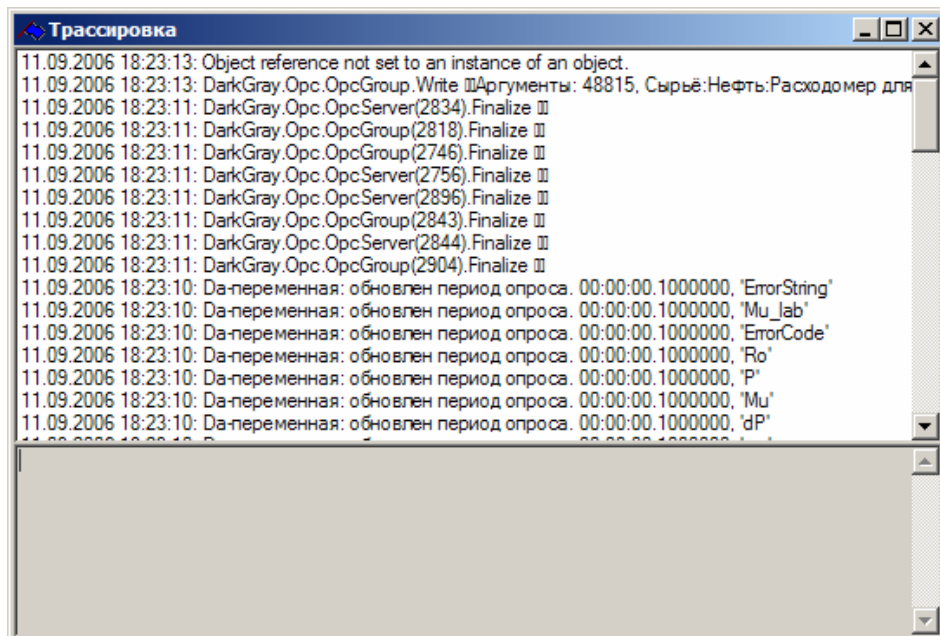




Рис. 14. Окно трассировки

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- После того как конфигурация выполнена, её следует сохранить. Для этого в главном меню выберите «Файл->Сохранить как...». В этом окне задайте имя конфигурации и нажмите кнопку «Сохранить». Последующие операции сохранения выполняются путем выбора в главном меню «Файл->Сохранить». Для того, чтобы при запуске OPC-сервера автоматически загружалась текущая конфигурация нужно в главном меню выбрать «Файл->Установить по умолчанию».

- После выполнения выше перечисленных действий можно закрыть окно графической оболочки и приступить к конфигурированию OPC-клиентов.

Подробное описание работы с элементами дерева приводится в справке по OPC-серверу фирмы «InSAT», которую можно вызвать нажав кнопку  на панели инструментов или выбрав в главном меню «Помощь->Справка».

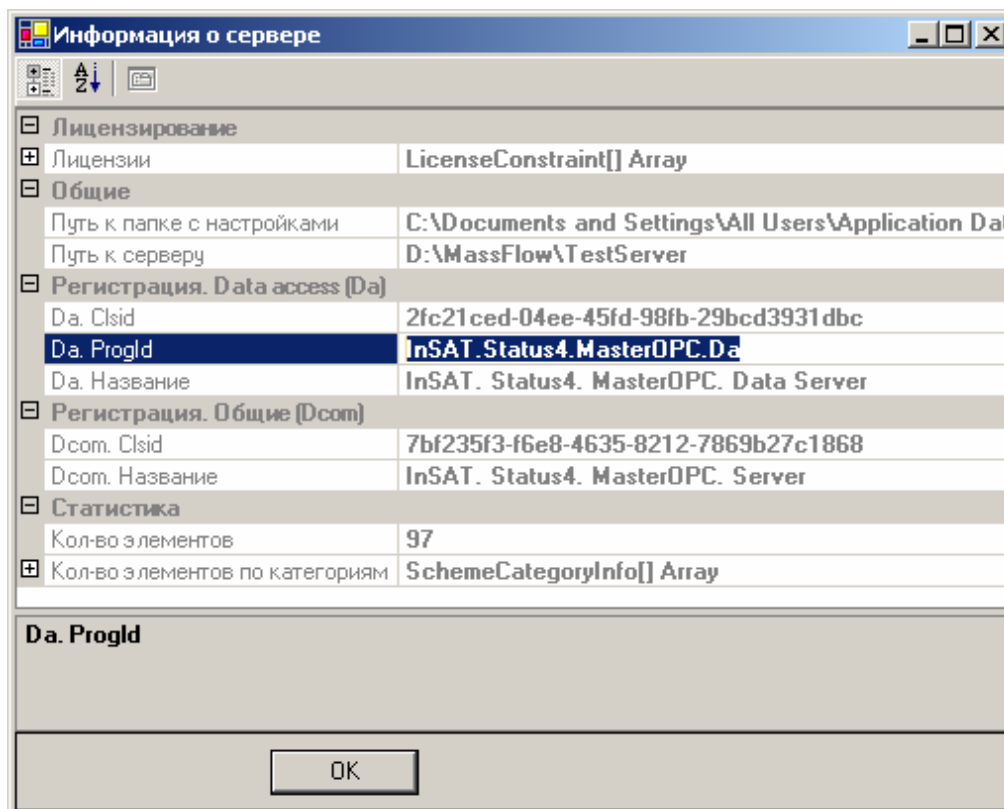
При запущенном OPC-сервере невозможно добавлять расходомеры и их переменные, изменять свойства расходомеров и свойства их переменных. Поэтому для выполнения вышеперечисленных действий требуется остановить OPC-сервер, нажав на кнопку  на панели управления.

9.2 Пример конфигурирования

Пример конфигурации OPC-сервера содержится в файле «<Путь установки САВРОС 6>All_flowmeters.m_opc».

9.3 Конфигурирование OPC-клиентов

При установке соединения САВРОС 6 с OPC-клиентами, в параметрах соединения клиентов потребуется задать ProgID OPC-сервера, его можно скопировать в буфер обмена из диалогового окна «Информация о сервере» нажатием клавиш «Ctrl+C» (см. рис.15).



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Рис 15. Диалоговое окно «Информация о сервере»

Для открытия этого окна в главном меню программы надо выбрать: «Утилиты->Информация о сервере».

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ				Лист
									17

10 Особенности взаимодействия с OPC-клиентами

При конфигурировании OPC-клиентов следует учитывать что OPC-сервер выдает новый результат расчета сразу после изменения значения хотя бы одной входной переменной.


Клиент имеет возможность инициировать ошибку расходомера путем установки ненулевого значения входной системной переменной «ExternalFlag». Таким образом клиент может сообщать серверу о недостоверности входных переменных или сигнализировать любую неисправность. При возникновении ошибки выходные переменные принимают значения зависящие от свойства расходомера «Значения выходных переменных при ошибке» и качество входных переменных зависит от свойства «Качество входных переменных при ошибке» (подробнее см. пункт 13.2.2).


Разделитель элементов иерархии дерева в данном OPC-сервере является символ «:», например адрес переменной «P_lab» будет выглядеть так: «Гидроочистка:Расходомер для товарной нефти:P_lab».

OPC-сервер поддерживает спецификацию OPC DA 2.05.

11 Управление OPC-сервером

Управление OPC-сервером производится с помощью графической оболочки, которая входит в пакет САВРОС 6. Под управлением подразумевается останов и запуск OPC-сервера.

Для запуска OPC-сервера надо выбрать команду в главном меню «Режим->Опрос» или нажать кнопку  на панели управления.

Для остановки OPC-сервера надо выбрать команду в главном меню «Режим->Останов» или нажать кнопку  на панели управления.

Имеется возможность останавливать и запускать каждый расходомер по отдельности. Остановить расходомер можно только тогда, когда запущен сервер. Для остановки расходомера необходимо кликнуть по нему правой кнопкой мыши и в контекстном меню изображенном на рис. 16

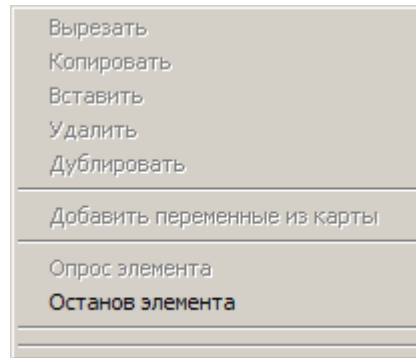


Рис 16. Контекстное меню расходомера

выбрать команду «Останов элемента». Для запуска расходомера надо выбрать команду «Опрос элемента».

Выше описанные действия дают возможность конфигурировать расходомер не останавливая остальные расходомеры.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

12 Ввод значений входных переменных на OPC-сервере

12.1 Порядок изменения значения входной переменной

Для изменения значения входной переменной надо выделить курсором в области переменных необходимый расходомер. Затем в области значений переменных и свойств выбрать вкладку «Значения переменных» или выбрать в главном меню «Окна->Значения». Окно программы будет иметь показанный на рис 17.

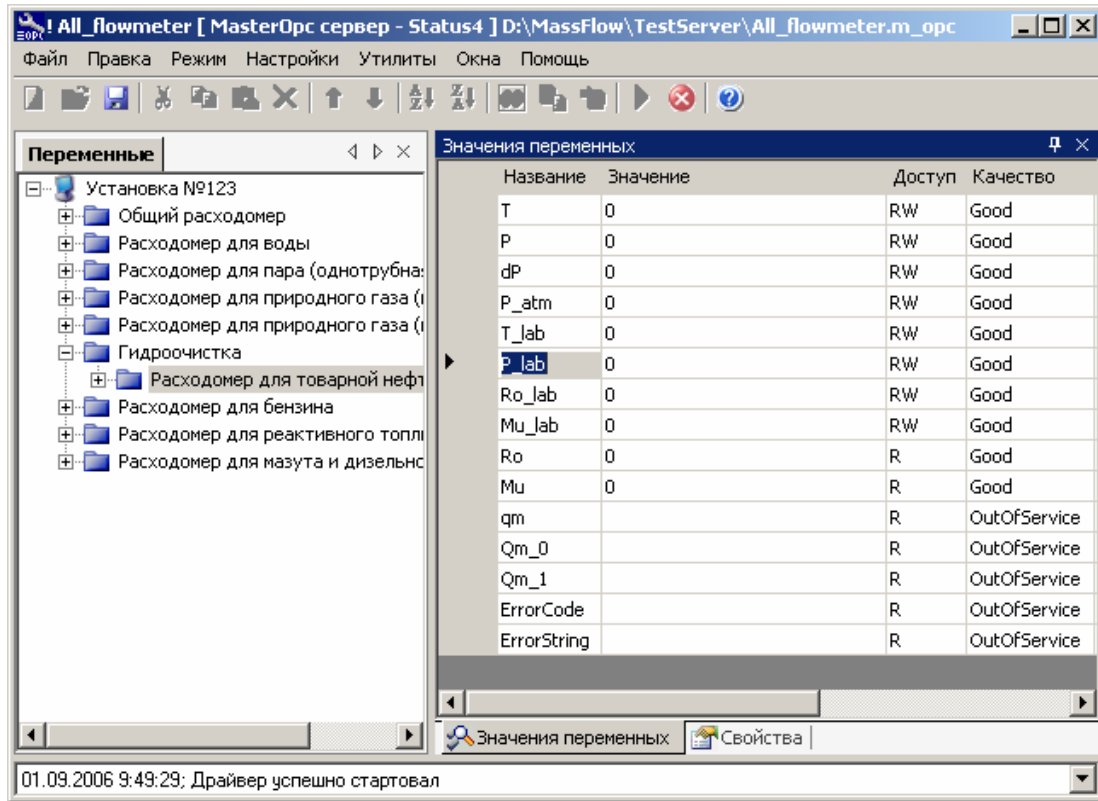


Рис 17. Изменение значения входной переменной в процессе работы OPC-сервера

Далее левой кнопкой мыши выбрать входную переменную, значение которой требуется изменить. Правой кнопкой мыши кликнуть по области значений переменных и свойств и в появившемся всплывающем меню выбрать «Записать значение». Появится диалоговое окно ввода значения (см. рис. 18).

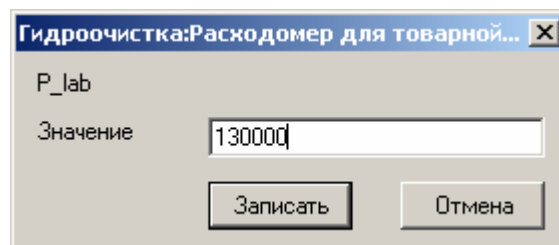


Рис 18. Диалоговое окно ввода значения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

В поле «Значение» нужно ввести новое значение выходной переменной и нажать кнопку «Записать». После этого на ОРС-сервере изменить значение входной переменной.

12.2 Тестовый расчет

Для выполнения тестового расчета необходимо заполнить свойства расходомера и свойства его переменных. После этого запустить ОРС-сервер и произвести последовательный ввод значений входных переменных (см. пункт 12.1). После ввода всех значений входных переменных появятся рассчитанные вычислителем значения выходных переменных или ошибка, если значения входных переменных не верны. Тестовый расчет можно произвести только при наличии лицензий. Контрольные примеры приведены в приложении Б.

12.3 Коррекция значений входных переменных в процессе работы

В процессе работы САВРОС 6 может возникнуть необходимость изменить значения лабораторных данных, которые являются входными переменными для вычислителя. Лабораторные данные могут измениться при анализе измеряемой среды. Изменить эти значения на ОРС-сервере пользователь может двумя способами:

- посредством ОРС-клиента (см. соответствующую документацию на ОРС-клиент);
- воспользовавшись графической оболочкой САВРОС 6 (см. пункт 12.1).

13 Справочник расходомеров

13.1 Введение

Справочник предоставляет полное описание всех типов расходомеров их переменных и свойств.

Пункт «Общее описание расходомеров» не описывает конкретный тип расходомеров и содержит перечень свойств и переменных, который содержат все расходомеры и другие элементы дерева конфигурации. В пункте «Общее описание расходомеров» не приводятся допустимые диапазоны значений входных переменных, т.к. они определяются конкретными типами расходомеров.

Все остальные пункты описывают типы расходомеров, в этих пунктах приведены перечни свойств, переменных и ошибок, допустимые диапазоны значений входных переменных.

13.2 Общее описание расходомеров

13.2.1 Общие свойства элементов дерева конфигурации

Элементы дерева конфигурации: узел учета, группы, расходомеры и переменные имеют общие свойства:

- «Имя» - определяет имя элемента, может редактироваться пользователем.
- «Тип» - отображает тип элемента, не доступно для редактирования.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист	КСШП. 469551.000 РЭ						
							Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	20

13.2.2 Свойства расходомеров

Расходомеры всех типов имеют свойства характеризующие параметры ИТ и СУ:

- «Тип СУ» - тип диафрагмы, выбирается из выпадающего списка.
- «Диаметр ИТ» - диаметр ИТ в мм.
- «Диаметр СУ» - диаметр СУ в мм.
- «Материал ИТ» - выбирается из выпадающего списка материалов.
- «Материал СУ» - выбирается из выпадающего списка материалов.
- «Эквивалентная шероховатость» - эквивалентная шероховатость трубопровода в мм.
- «Радиус закругления входной кромки диафрагмы» - задается в мм.
- «Межповерочный интервал» - интервал между периодическими замерами радиуса закругления входной кромки диафрагмы.

Все расходомеры имеют системные свойства:

- «Качество входных переменных при ошибке» - определяет качество входных переменных при возникновении ошибки расходомера. Качества определяемые этим свойством: «Good» и «Bad».
- «Значения выходных переменных при ошибке» - определяет значения выходных переменных при возникновении ошибки расходомера. Это свойство может принимать одно из двух значений - «Замораживать» или «Обнулять». В случае возникновения ошибки расходомера, при «заморозке» выходные переменные не изменяют своего предыдущего значения до последующего успешного расчета. Если это свойство имеет значение «Обнулять», то при ошибке расходомера значения выходных переменных принимают нулевое значение.

Некоторые типы расходомеров имеют дополнительные свойства, которые перечислены в соответствующем пункте описывающем конкретный расходомер.

13.2.3 Входные и выходные переменные

Расходомеры всех типов должны содержать переменные перечисленные в этом пункте.

Часть выходных переменных хранят интегральные значения за предыдущий и текущий час. На рис. 19 изображен график динамики интегральных значений.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

					КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						21
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

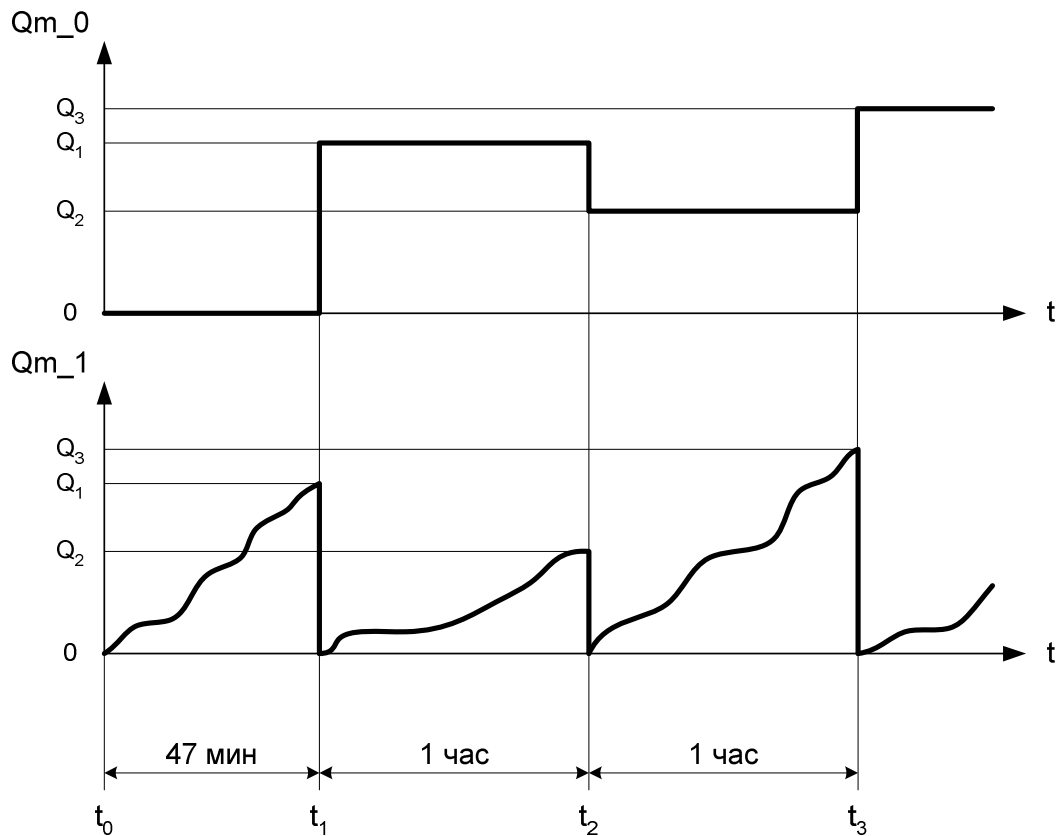


Рис 19. Динамика интегральных значений

Qm_0 – интегральное значение за предыдущий час,
 Qm_1 – интегральное значение за текущий час,
 t – время.

t_0 – время включения OPC-сервера: $Qm_0 = 0, Qm_1 = 0$;
 t_1 – 00 минут 00 секунд: $Qm_0 = Q_1, Qm_1 = 0$;
 t_2 – 00 минут 00 секунд: $Qm_0 = Q_2, Qm_1 = 0$;
 t_3 – 00 минут 00 секунд: $Qm_0 = Q_3, Qm_1 = 0$.

В момент времени t_0 происходит запуск OPC-сервера, значение Qm_0 и Qm_1 равны нулю. В течении времени $(t_0; t_1)$ Qm_1 возрастает, а Qm_0 остается равным нулю. В момент времени t_1 (момент, когда наступает следующий час, т.е. на системных часах 00 минут 00 секунд) Qm_0 принимает значение Qm_1 равное Q_1 и в течении часа остается постоянным, Qm_1 обнуляется и возрастает во времени. Спустя час процесс повторяется: Qm_0 опять принимает значение Qm_1 равное уже Q_2 и в течении часа остается постоянным, а значение Qm_1 обнуляется и далее возрастает и т.д. Моменты времени $t_1 - t_n$ наступают, когда системные часы физического сервера показывают 00 минут 00 секунд.

Клиент может отслеживать изменяющееся интегральное значение за текущий час и каждый час фиксировать устоявшееся интегральное значение за предыдущий час.

Все входные переменные имеют свойство «Значение по умолчанию». Это свойство определяет значение переменной, которое установиться после запуска OPC-сервера.

T – Температура
 Ед. изм.: °C, K.
 Тип: Входная.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

P – Давление

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод. ст., кгс/см², кгс/м².

Тип: Входная.

Примечание: Содержит свойство «Тип значения», которое определяет какое давление задает пользователь: абсолютное или избыточное. Если свойство «Тип значения» выбрано как «Абсолютное» вычислитель игнорирует значение переменной P_atm.

dP – Перепад давления

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод. ст., кгс/см², кгс/м².

Тип: Входная.

P_atm – Атмосферное давление

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод., ст. кгс/см², кгс/м².

Тип: Входная.

Примечание: Используется вычислителем только если свойство «Тип значения» переменной P установлено в «Избыточное».

qm – Мгновенный массовый расход

Ед. изм.: кг/с, т/ч.

Тип: Выходная.

Qm_0 – Масса за предыдущий час

Ед. изм.: кг, т.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за предыдущий час. Обновляется новым значением в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

Qm_1 – Масса за текущий час

Ед. изм.: кг, т.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за текущий час. Значение увеличивается во времени в процессе интегрирования и обнуляется в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

qv – Мгновенный объемный расход

Ед. изм.: кг/с, т/ч.

Тип: Выходная.

Qv_0 – Объем за предыдущий час

Ед. изм.: м³.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за предыдущий час. Обновляется новым значением в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

Qv_1 – Объем за текущий час

Ед. изм.: м³.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за текущий час. Значение увеличивается во времени в процессе интегрирования и обнуляется в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист

ErrorCode - Код ошибки

Тип: Системная (выходная).

ErrorMessage - Строка ошибки

Тип: Системная (выходная).

ExternalFlag - Внешний флаг достоверности входных переменных

Тип: Системная (входная).

Описание: По умолчанию значение этой переменной равно 0. В случае изменения клиентом этого значения на ненулевое OPC-сервер генерирует ошибку 30 (см. Приложение В).

13.3 Общий расходомер

13.3.1 Назначение и характеристики

«Общий расходомер» предназначен для расчета массового и объемного расхода всех сред. Для расчета требует дополнительных исходных данных:

- вязкость;
- плотность;
- коэффициент адиабаты (только для газов).

Методика вычислений этого расходомера соответствует ГОСТ 8.563.1,2,3-97.

Применяется в случае, когда отсутствует необходимый тип расходомера и при наличии устройств измерения вязкости, плотности и известном коэффициенте адиабаты (для газов).

Расходомер рассчитывает мгновенные и интегральные значения массового и объемного расходов - массу и объем соответственно.

13.3.2 Свойства

«Общий расходомер» имеет одно дополнительное свойство «Агрегатное состояние», которое может иметь одно из двух значений: «Жидкость» или «Газ». Когда это свойство имеет значение «Жидкость», значение переменной «К» не контролируется вычислителем.

Остальные свойства этого расходомера приведены в пп. 13.2.2.

13.3.3 Входные и выходные переменные. Допустимые диапазоны

Кроме переменных перечисленных ниже расходомер должен включать в себя переменные, список которых приведен в пп. 13.2.2.

Значения переменных T, P и dP ограничены следующими условиями:

- $-200 \leq T \leq 700$ °C при использовании марок стали кроме марки «Сталь 12МХ»;
- $0 \leq T \leq 100$ °C при использовании марки стали «Сталь 12МХ»;
- $P > 0$;
- $(dP / P) \leq 0.25$ - только для газов.

R_o - Плотность

Ед. изм.: кг/м³.

Диапазон: $R_o > 0$.

Тип: Входная.

μ_l - Вязкость

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ

Диапазон: $Mu > 0$.
 Тип: Входная.

K - Коэффициент адиабаты

Диапазон: $K > 0$.
 Тип: Входная.

Примечание: Если свойство расходомера «Агрегатное состояние» имеет значение «Жидкость», то вычислитель не контролирует значение этой переменной.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.4 Расходомер для воды

13.4.1 Назначение и характеристики

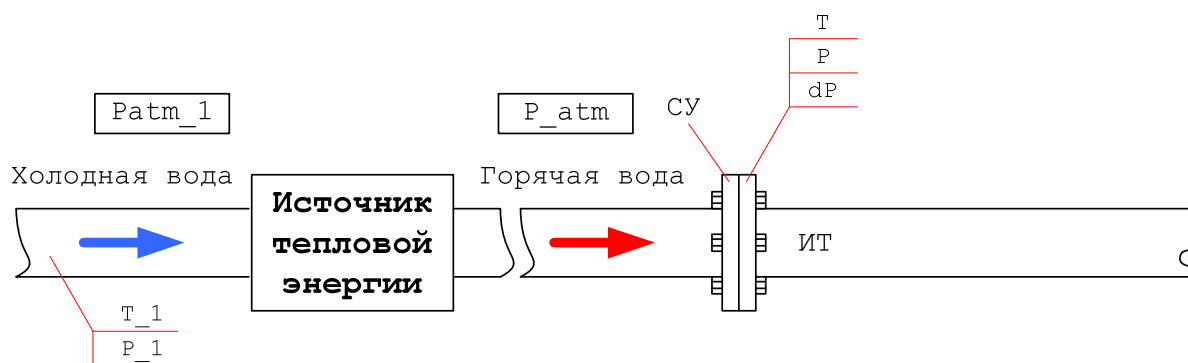
«Расходомер для воды» производит расчет:

- массового расхода,
- объемного расхода,
- тепловой энергии,
- плотности,
- вязкости.

Методика вычислений этого расходомера соответствует следующим документам:

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97,
- МИ 2412-97.

Этот расходомер может применяться на однотрубной или двухтрубной магистрали. В случае применения расходомера на однотрубной магистрали он вычисляет количество тепловой энергии переданной воде источником тепловой энергии (ИТЭ). Схема однотрубной магистрали изображена на рис. 20.



T_1 - температура холодной воды,
 P_1 - давление холодной воды,
 T - температура воды в ИТ,
 P - давление воды в ИТ,
 dP - перепад давления в СУ,
 P_{atm} - атмосферное давление возле СУ,
 P_{atm_1} - атмосферное давление возле датчика P_1 .

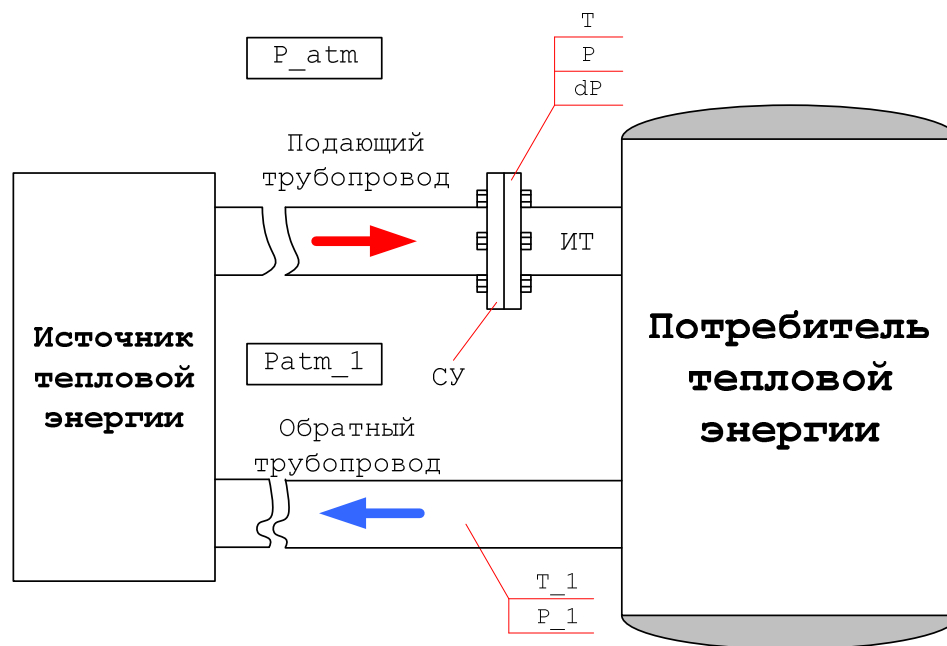
Рис. 20. Схема однотрубной магистрали

В случае использования расходомера на двухтрубной магистрали вычислитель рассчитывает количество тепловой энергии, переданной потребителю без учета

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						25

тепла, возвращаемого в ИТЭ. Схема двухтрубной магистрали изображена на рис. 21.



T - температура воды в подающем трубопроводе (в ИТ),
 P - давление воды в подающем трубопроводе (в ИТ),
 dP - перепад давления в СУ,
 T_1 - температура воды в обратном трубопроводе,
 P_1 - давление воды в обратном трубопроводе,
 P_{atm} - атмосферное давление возле СУ,
 $Patm_1$ - атмосферное давление возле датчика P_1 .

Рис. 21. Схема двухтрубной магистрали

Расходомер рассчитывает мгновенные и интегральные значения массового и объемного расхода - массы и объема соответственно, а также производит вычисление тепловой энергии.

13.4.2 Свойства

«Расходомер для воды» имеет одно дополнительное свойство «Максимальное значение ($P_1 - P$)», с помощью которого задается на сколько значение давления (в Па) P_1 может быть больше значения P . Это возможно при $P = P_1$, потому как датчики имеют погрешность.

Остальные свойства этого расходомера приведены в пп. 13.2.2.

13.4.3 Входные и выходные переменные

Кроме переменных перечисленных ниже расходомер должен включать в себя переменные, список которых приведен в пп. 13.2.2. Переменная $Patm$ должна содержать значение текущего атмосферного давления где замеряется P , а $Patm_1$ значение текущего атмосферного давления где замеряется P_1 .

T_1 - Температура холодной воды

Ед. изм.: °С, К.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						26

Диапазон: $0 \leq T_{out} \leq 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»);

Тип: Входная.

P₁ – Давление холодной воды

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод. ст., кгс/см², кгс/м².

Диапазон: $0.1 \leq P_{out} \leq 30 \text{ МПа}$.

Тип: Входная.

Patm₁ – Атмосферное давление 1

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод., ст. кгс/см², кгс/м².

Тип: Входная.

Примечание: Используется вычислителем только если свойство «Тип значения» переменной P1 установлено в «Избыточное».

Ro – Плотность

Ед. изм.: кг/м³.

Тип: Выходная.

Mu – Вязкость

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Выходная.

w – Мгновенная тепловая энергия

Ед. изм.: МДж/с, ккал/с, Гкал/ч.

Тип: Выходная.

W₀ – Суммарная тепловая энергия за предыдущий час

Ед. изм.: МДж, ккал, Гкал, кВт·ч, МВт·ч.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за предыдущий час. Обновляется новым значением в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

W₁ – Суммарная тепловая энергия за текущий час

Ед. изм.: МДж, ккал, Гкал, кВт·ч, МВт·ч.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за текущий час. Значение увеличивается во времени в процессе интегрирования и обнуляется в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.5 Расходомер для пара (однотрубная магистраль)

13.5.1 Назначение и характеристики

«Расходомер для пара (однотрубная магистраль)» предназначен для расчета:

- массового расхода,
- объемного расхода,
- тепловой энергии,
- плотности,
- вязкости,
- коэффициента адиабаты.

Методика вычислений этого расходомера соответствует следующим документам:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист							
						Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ	27
											Лист	27

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97,
- МИ 2451-98.

Значения переменных Т и Р ограничены следующими диапазонами:

- $100 \leq T \leq 600 \text{ }^\circ\text{C}$,
- $0.1 \leq P \leq 30 \text{ МПа}$.

13.5.2 Свойства

«Расходомер для пара (однотрубная магистраль)» не имеет дополнительных свойств. Перечень всех свойств этого расходомера приведен в пп. 13.1.2. В этом расходомере не возможно использовать марку стали «Сталь 12МХ».

13.5.3 Входные и выходные переменные.

R₀ – Плотность

Ед. изм.: кг/м³.

Тип: Выходная.

μ – Вязкость

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Выходная.

К – Коэффициент адиабаты

Тип: Выходная.

w – Мгновенная тепловая энергия на потребителе

Ед. изм.: МДж/с, ккал/с, Гкал/ч.

Тип: Выходная.

W₀ – Суммарная тепловая энергия на потребителе за предыдущий час

Ед. изм.: МДж, ккал, Гкал, кВт·ч, МВт·ч.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за предыдущий час. Обновляется новым значением в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

W₁ – Суммарная тепловая энергия на потребителе за текущий час

Ед. изм.: МДж, ккал, Гкал, кВт·ч, МВт·ч.

Тип: Выходная.

Примечание: Хранит интегральное значение за текущий час. Значение увеличивается во времени в процессе интегрирования и обнуляется в момент наступления следующего часа (00 мин. 00 сек). Динамика интегральных значений описана в пп. 13.2.3.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.6 Расходомеры для природного газа

13.6.1 Назначение и характеристики

Эти расходомеры производят расчет:

- массового расхода,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						28
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- объемного расхода при стандартных условиях,
- высшей и низшей удельной теплоты сгорания,
- плотности,
- вязкости,
- коэффициента адиабаты.

При этом учитывается компонентный состав, включающий процент содержания азота и углекислого газа.

Методика вычислений этих расходомеров соответствует следующим документам:

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97,
- ГОСТ 30319.0,1,2,3-96.

Для метода «Gerg91» ограничения на диапазоны измерения параметров указаны в ГОСТ 30319.0,1,2,3-96.

Применение методов «Gerg91» и «Nx19m» определится рекомендацией ГОСТ 30319.2-96.

13.6.2 Свойства

Расходомеры для природного газа не имеют дополнительных свойств. Перечень всех свойства этих расходомеров приведен в пп. 13.1.2.

13.6.3 Входные и выходные переменные

Xa – Содержание азота

Ед. изм.: %.

Диапазон: $0 \leq Xa \leq 20\%$.

Тип: Входная.

Xy – Содержание углекислого газа

Ед. изм.: %.

Диапазон: $0 \leq Xy \leq 15\%$.

Тип: Входная.

Ro_lab – Плотность при стандартных условиях (давление 101325 Па, температура 20°C)

Ед. изм.: кг/м³.

Диапазон: $0.66 \leq Ro_lab \leq 1.0$ кг/м³.

Тип: Входная.

Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

H_max – Высшая удельная теплота сгорания

Ед. изм.: кДж/м³.

Тип: Выходная.

H_min – Низшая удельная теплота сгорания

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Выходная.

Ro – Плотность

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Выходная.

Mu – Вязкость

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Выходная.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						29
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

К – Коэффициент адиабаты

Тип: Выходная.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.7 Расходомеры для товарной нефти, бензина, реактивного топлива, мазута и дизельного топлива по МИ 2632-2001.

13.7.1 Назначение и характеристики

Эта группа расходомеров производит расчет следующих значений:

- массового расхода,
- объемного расхода,
- плотности,
- вязкости.

Методика вычислений этих расходомеров соответствует следующим документам:

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97,
- МИ 2632-2001.

Расходомер требует значений входных переменных T_{lab} , P_{lab} , P_{atm_lab} , Ro_{lab} , Mu_{lab} . Эти значения необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

13.7.2 Свойства

Эти расходомеры не имеют дополнительных свойств. Перечень всех свойств этих расходомеров приведен в пп. 13.1.2.

13.7.3 Входные и выходные переменные

T – Температура

Ед. изм.: °С, К.

Диапазон: $-18^{\circ}\text{C} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»).

Тип: Входная.

T_{lab} – Лабораторная температура

Ед. изм.: °С, К.

Диапазон: $-18 \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»).

Тип: Входная.

Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

P_{lab} – Лабораторное давление

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод. ст., кгс/см², кгс/м².

Диапазон: $P > 0$.

Тип: Входная.

Примечание: Содержит свойство «Тип значения», которое определяет, какое давление задает пользователь: абсолютное или избыточное. Если свойство «Тип значения» выбрано как «Абсолютное» вычислитель игнорирует значение переменной P_{atm_lab} . Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных усло-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ

вих каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

P_atm_lab – Лабораторное атмосферное давление

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод., ст. кгс/см², кгс/м².

Диапазон: P_atm_lab ≥ 0.

Тип: Входная.

Примечание: Используется вычислителем только если свойство «Тип значения» переменной P_lab установлено в «Избыточное». Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Ro_lab – Лабораторная плотность

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Входная.

Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Mu_lab – Лабораторная вязкость

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Входная.

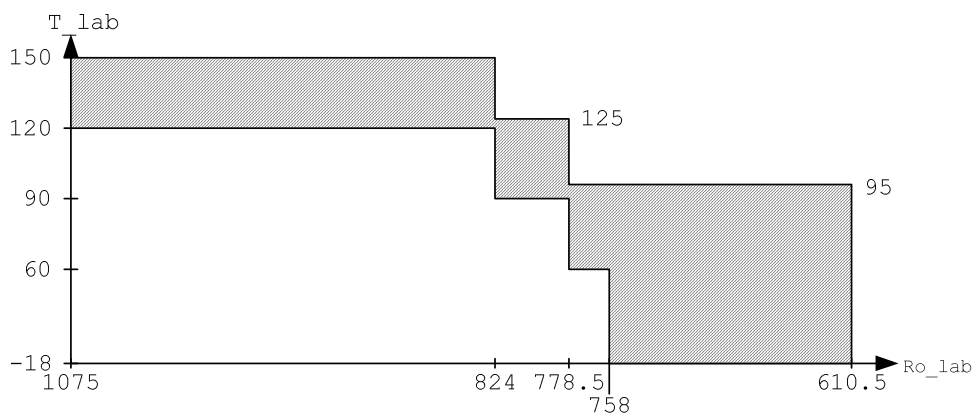
Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Ro – Плотность

Ед. изм.: Дж/кг.

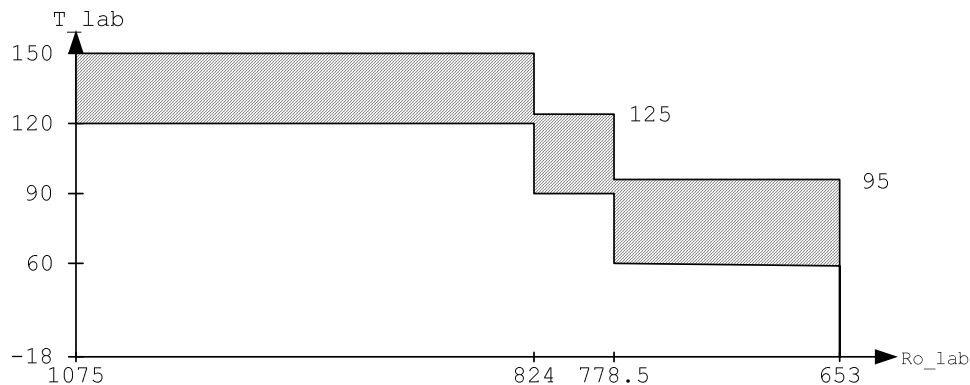
Тип: Выходная.

Допустимые диапазоны входных переменных T_lab и Ro_lab взаимосвязаны. Эта взаимосвязь показана на рис. 22.



а)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



б)

Рис 22. Допустимые диапазоны входных переменных T , T_{lab} и Ro_{lab} . (а) Для товарной нефти. (б) Для бензина, реактивного топлива, мазута и дизельного топлива.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.8 Расходомеры для нефти и нефтепродуктов по API 2540.

13.8.1 Назначение и характеристики

Этот расходомер производит расчет следующих значений:

- массового расхода,
- объемного расхода,
- плотности,
- вязкости.

Методика вычислений этого расходомера соответствует следующим документам:

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97,
- API 2540.

Расходомер требует значений входных переменных T_{lab} , P_{lab} , P_{atm_lab} , Ro_{lab} , μ_{lab} . Эти значения необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Выбор типа среды этим расходомером производится автоматически на основании значений T_{lab} и Ro_{lab} (см. таблицу 1).

13.8.2 Свойства

Эти расходомеры не имеют дополнительных свойств. Перечень всех свойств этих расходомеров приведен в пп. 13.1.2.

13.8.3 Входные и выходные переменные

T – Температура

Ед. изм.: °С, К.

Диапазон: $-18^{\circ}\text{C} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»). Дополнительные ограничения диапазона T указаны в таблице 1.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ

Тип: Входная.

T_lab – Лабораторная температура

Ед. изм.: °С, К.

Диапазон: $-18^{\circ}\text{C} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»).

Тип: Входная.

Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

P_lab – Лабораторное давление

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод. ст., кгс/см², кгс/м².

Диапазон: $P > 0$.

Тип: Входная.

Примечание: Содержит свойство «Тип значения», которое определяет какое давление задает пользователь: абсолютное или избыточное. Если свойство «Тип значения» выбрано как «Абсолютное» вычислитель игнорирует значение переменной P_atm_lab. Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

P_atm_lab – Лабораторное атмосферное давление

Ед. изм.: Па, МПа, бар, мм рт. ст., мм вод., ст. кгс/см², кгс/м².

Диапазон: $P_{\text{atm_lab}} \geq 0$.

Тип: Входная.

Примечание: Используется вычислителем только если свойство «Тип значения» переменной P_lab установлено в «Избыточное». Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Ro_lab – Лабораторная плотность

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Входная.

Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Mu_lab – Лабораторная вязкость

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Входная.

Примечание: Значение этой переменной необходимо замерять в лабораторных условиях каждый раз при изменении свойств измеряемой среды при стандартных условиях.

Ro – Плотность

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Выходная.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Классификация нефтепродуктов, допустимые диапазоны входных переменных, T и Ro_lab взаимосвязаны. Эта взаимосвязь показана в таблице 1.

Таблица 1

Наименование нефтепродукта	Диапазон плотности, Ro_lab кг/м ³	Температурный диапазон, T и T_lab °C
Бензины и нефтены	653,0 до 770,5	-18 до 95
Область между реактивным топливом и нефтенами	770,5 до 779,0	-18 до 95
	779,0 до 788,0	-18 до 125
Реактивное топливо, керосины и растворители	788,0 до 824,5	-18 до 125
	824,5 до 839,0	-18 до 150
Дизельное топливо, масла, нефтяные топлива	839,0 до 1075	-18 до 150

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.9 Расходомер газовой смеси.

13.9.1 Назначение и характеристики

Этот расходомер производит расчет:

- массового расхода,
- объемного расхода при стандартных условиях,
- плотности,
- вязкости,
- коэффициента адиабаты.

Методика вычислений этих расходомеров соответствует следующим документам:

- ГОСТ 8.563.1,2,3-97,
- ГСССД МР 118 - 05.

Компонентный состав рассматриваемых смесей может включать в различных комбинациях следующие вещества:

- метан,
- этан,
- пропан,
- нормальный бутан,
- изобутан,
- нормальный пентан,
- изопентан,
- гексан,
- азот,
- диоксид углерода,
- водород,
- кислород,
- аргон,
- оксид углерода,
- этилен,
- гелий-4,
- сероводород,
- аммиак.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Число компонентов смеси N может варьироваться в диапазоне $1 \leq N \leq 18$.

13.9.2 Свойства

Расходомер газовой смеси не имеет дополнительных свойств. Перечень всех свойства этого расходомера приведен в пп. 13.1.2.

13.9.3 Входные и выходные переменные

x_i_{xxx} – Молярные доли каждого компонента

Ед. изм.: %.

Диапазон: $0 \leq x_i \leq 100\%$. ($\sum x_i = 100\%$).

Тип: Входная.

ρ_o – Плотность при рабочих условиях

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Выходная.

μ – Вязкость при рабочих условиях

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Выходная.

K – Коэффициент адиабаты при рабочих условиях

Тип: Выходная.

Остальные входные и выходные переменные описаны в пп. 13.1.2.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

13.10 Деморасходомер.

13.10.1 Назначение и характеристики

Этот расходомер предназначен для изучения и обзора возможностей пакета САВ-РОС 6. Расходомер принимает входные значения и выдает случайные выходные.

13.10.2 Свойства

«Деморасходомер» не имеет дополнительных свойств. Перечень всех свойства этого расходомера приведен в пп. 13.1.2.

13.10.3 Входные и выходные переменные

Кроме переменных перечисленных ниже расходомер должен включать в себя переменные, список которых приведен в пп. 13.2.2.

Значения переменных T и P ограничены следующими диапазонами:

- $0 \leq T \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$;
- $0 \leq P \leq 10 \text{ МПа}$.
- $P_{atm} \geq 0$.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ρ_0 – Плотность при рабочих условиях

Ед. изм.: Дж/кг.

Тип: Выходная.

μ – Вязкость при рабочих условиях

Ед. изм.: кгс·с/м², кгс·ч/м², Па·с, дин·с/см², мПа·с, мкПа·с, П.

Тип: Выходная.

κ – Коэффициент адиабаты при рабочих условиях

Тип: Выходная.

Остальные входные и выходные переменные описаны в пп. 13.1.2.

Перечень ошибок приведен в приложении В.

14 Метрологические характеристики

Отображение результатов вычислений на экране мониторов не менее 2-х знаков после запятой.

Время проведения вычислений при количестве точек учета на одном узле не более 50 – не более одной секунды, при соблюдении требований к аппаратным средствам в соответствии с п.3.1.

Погрешность применяемых методов вычислений определена в соответствующих разделах используемых документов.

Погрешность вычислений программы – не более 0,01%

15 Инструкция проверки программы

Для проверки работы программы необходимо произвести ввод исходных данных в соответствии с п.12,2. В приложении Б приведены контрольные примеры вычисления свойств и расхода среды.

Допускается проведение проверок и при других значениях входных данных, если результаты вычислений эталонного вычислителя выполнены в соответствии с Государственной системой обеспечения единства измерений и выбранных методов.

При этом ошибка вычислений не должна превышать допустимых значений.

16 Журнал событий ОРС-сервера

Журнал событий представляет собой файл с именем «messages.log», который находится в корневом каталоге установки пакета САВРОС 6. В журнале регистрируются два события – запуск и останов сервера с указанием времени в формате всеобщего скоординированного времени UTC.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КСПП. 469551.000 РЭ	Лист
						36
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

17 Приложение А

Перечень применяемых документов

- ГОСТ8.563.1-97 – Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия.
- ГОСТ8.563.2-97 – Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств.
- ГОСТ8.563.3-97 – Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Процедура и модуль расчетов. Программное обеспечение.
- МИ2412-97 – Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя. Рекомендация.
- МИ2451-98 – Паровые системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя. Рекомендация.
- ГСССД 6-89 Вода. Коэффициент динамической вязкости при температурах 0...880 °С и давлениях от соответствия разреженному газу до 300Мпа.
- ГОСТ Р 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Общие положения.
- ГОСТ30319.0-96 – Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения
- ГОСТ30319.1-96 – Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки
- ГОСТ30319.2-96 – Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости.
- ГОСТ30319.3-96 – Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния.
- ГОСТ Р 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Общие положения.
- ГОСТ 33-2001 Нефтепродукты. Метод определения кинематических свойств и расчет динамической вязкости.
- МИ 2632-2001 Плотность нефти и нефтепродуктов и коэффициенты объемного расширения и сжимаемости. Методы и программа расчета.
- ГОСТ Р8.595-2004 Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методам выполнения измерений.
- АРІ 2450 – нефти и нефтепродуктов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
КСШП. 469551.000 РЭ				Лист
				37

18 Приложение Б

Пример расчета «Общий расходомер».

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Агрегатное состояние		Газ	Газ	Жидкость	Жидкость
Диаметр ИТ, мм		320	300	900	600
Диаметр СУ, мм		230	200	600	350
Материал ИТ		Сталь 15М	Сталь 10	Сталь 15М	Сталь 20
Материал СУ		Сталь 12Х1МФ	Сталь 12МХ	Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х18Н9Т
Межповерочный интервал, лет		1,1	1,5	1,7	2
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,08	0,06	0,08	0,1
Тип СУ		Угловое	Фланцевое	Угловое	Трехрадиусное
Эквивалентная шероховатость, мм		0,3	0,3	0,2	0,15
Входные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	0,7	0,8	1,5	0,4
Mu	Вязкость, Па·с	1,80E-05	1,65E-05	1,96E-05	1,80E-06
K	Коэффициент адиабаты	1,31	1,12	-	-
T	Температура, °C	5	50	100	150
P	Давление, Па (абсолютное), Па	1000000	1000000	5000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	100000	200000	270000	550000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Выходные переменные					
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	10,53381263	1,021573860639	171,3565406	41,2803034393
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	15,04830376	13,77696732579	114,2376937	103,200758598

Пример расчета «Расходомер для воды».

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		320	320	320	320
Диаметр СУ, мм		230	230	230	230
Материал ИТ		Сталь 15М	Сталь 15М	Сталь 15М	Сталь 15М
Материал СУ		Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х1МФ
Межповерочный интервал, лет		1,1	1,1	1,1	1,1
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,08	0,08	0,08	0,08
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,3	0,3	0,3	0,3
Входные переменные					
T	Температура, °C	5	50	100	150
P	Давление, Па (абсолютное), Па	100000	1000000	5000000	10000000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
dP	Перепад давления, Па	10000	200000	270000	550000
T_1	Температура воды на входе в ИТЭ	3	20	50	100
P_1	Давление воды на входе в ИТЭ	100000	500000	5000000	5000000
Patm_1	Текущее атмосферное давление 1	0	0	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	1000,417167	988,6747587	960,8427568	922,0945721
Mu	Вязкость, Па·с	0,001519405	0,000546325	0,000283271	0,000184672
w	Мгновенная тепловая энергия на потребителе, МДж/с	1,105045315	73,31435371	139,6919234	201,0147686
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	131,3804008	582,5208396	667,7378178	934,5270498
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,131325616	0,589193599	0,69495015	1,013482866

Пример расчета «Расходомер для пара (однотрубная магистраль)».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист	38
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Свойства		Значения			
		A	B	C	D
Диаметр ИТ, мм		320	320	320	320
Диаметр СУ, мм		230	230	230	230
Материал ИТ		Сталь 15М	Сталь 15М	Сталь 15М	Сталь 15М
Материал СУ		Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х1МФ	Сталь 12Х1МФ
Межповерочный интервал, лет		1,1	1,1	1,1	1,1
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,08	0,08	0,08	0,08
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,3	0,3	0,3	0,3
Входные переменные					
T	Температура, °C	150	250	350	500
P	Давление, Па (абсолютное), Па	100000	1000000	5000000	10000000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
dP	Перепад давления, Па	10000	200000	270000	550000
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	0,516380114	4,297444446	19,25870957	30,4873275
Mu	Вязкость, Па·с	1,40807E-05	1,79516E-05	2,20745E-05	2,88167E-05
K	Коэффициент адиабаты	1,315424077	1,300971466	1,286105282	1,278835485
w	Мгновенная тепловая энергия на потребителе, МДж/с	7,977377192	104,6703117	285,6320569	566,1402959
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	2,874325571	35,59205067	93,11649197	167,8560025
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	5,566297948	8,282143287	4,835032773	5,50576309

Пример расчета «Расходомер для природного газа (метод Nж-19m)».

Свойства		Значения			
		A	B	C	D
Диаметр ИТ, мм		60	60	60	60
Диаметр СУ, мм		12,6	12,6	12,6	12,6
Материал ИТ		Сталь 8	Сталь 8	Сталь 8	Сталь 8
Материал СУ		Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ
Межповерочный интервал, лет		0,5	0,5	0,5	0,5
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,05	0,05	0,05	0,05
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,031	0,031	0,031	0,031
Входные переменные					
T	Температура, °C	30	15	20	25
P	Давление, Па (абсолютное), Па	1000000	500000	5000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	250000	25000	270000	550000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Ro_lab	Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	0,67	0,7	0,8	0,9
Xa	Молярная доля азота, %	5	0	5	10
Xu	Молярная доля углекислого газа, %	5	0	10	5
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	6,4674301087	3,545163296	43,42522413	110,3045475
Mu	Вязкость, Па·с	1,19732E-05	1,07213E-05	1,21787E-05	1,51759E-05
K	Коэффициент адиабаты	1,3096280444	1,298289469	1,330430926	1,4705766905
H_max	Высшая удельная теплота сгорания, Дж/кг	29,50534085	38,62746222	31,07222767	37,43984312
H_min	Низшая удельная теплота сгорания, Дж/кг	26,44723351	34,84346075	27,9723132	33,91911565
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	0,1268885371	0,0317310686	0,3644491596	0,8301601022
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,1893858763	0,0453300980	0,45556144956	0,9224001135

Пример расчета «Расходомер для природного газа (метод Gerg91)».

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		60	60	60	60
Диаметр СУ, мм		12,6	12,6	12,6	12,6
Материал ИТ		Сталь 8	Сталь 8	Сталь 8	Сталь 8
Материал СУ		Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ
Межповерочный интервал, лет		0,5	0,5	0,5	0,5
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,05	0,05	0,05	0,05
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,031	0,031	0,031	0,031
Входные переменные					
T	Температура, °C	30	15	20	25
P	Давление, Па (абсолютное), Па	1000000	500000	5000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	250000	25000	270000	550000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Ro_lab	Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	0,67	0,7	0,8	0,9
Xa	Молярная доля азота, %	5	0	5	10
Xy	Молярная доля углекислого газа, %	5	0	10	5
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	6,458394375	3,545524548	43,26919552	112,0959014
Mu	Вязкость, Па·с	1,19732E-05	1,07213E-05	1,21787E-05	1,51759E-05
K	Коэффициент адиабаты	1,3096280444	1,2982894691	1,3304309262	1,470576690
H_max	Высшая удельная теплота сгорания, Дж/кг	29,50534085	38,62746222	31,07222767	37,43984312
H_min	Низшая удельная теплота сгорания, Дж/кг	26,44723351	34,84346075	27,9723132	33,91911565
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	0,1267998872	0,0317326843	0,3637938978	0,8368734418
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,1892535631	0,0453324061	0,4547423723	0,9298593798

Пример расчета «Расходомер для товарной нефти».

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		140	140	140	140
Диаметр СУ, мм		29	29	29	29
Материал ИТ		Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10
Материал СУ		Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ
Межповерочный интервал, лет		0,8	0,8	0,8	0,8
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,07	0,07	0,07	0,07
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,1	0,1	0,1	0,1
Входные переменные					
T	Температура, °C	-10	0	15	30
P	Давление, Па (избыточное), Па	1000000	5000000	50000000	100000000
dP	Перепад давления, Па	100000	3000000	5500000	650000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
T_lab	Лабораторная температура, °C	20	15	25	10
P_lab	Лабораторное давление (избыточное), Па	300000	200000	250000	3000000
Ro_lab	Лабораторная плотность, кг/м ³	900	800	850	820
Mu_lab	Лабораторная вязкость, Па·с	0,00018	0,000185	0,00019	0,0002
Patm_lab	Лабораторное атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	920,6254771	814,4677121	888,4583961	810,2031599
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	5,448452205	28,06981416	39,70683872	13,04025084
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,005918207	0,034463999	0,044691838	0,016095038

Пример расчета «Расходомер для бензина».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КСШП. 469551.000 РЭ				Лист
									40
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата					

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		140	140	140	140
Диаметр СУ, мм		29	29	29	29
Материал ИТ		Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10
Материал СУ		Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ
Межповерочный интервал, лет		0,8	0,8	0,8	0,8
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,07	0,07	0,07	0,07
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,1	0,1	0,1	0,1
Входные переменные					
T	Температура, °C	10	0	15	30
P	Давление, Па (избыточное), Па	1000000	5000000	50000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	600000	3000000	5500000	650000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
T_lab	Лабораторная температура, °C	30	15	25	10
P_lab	Лабораторное давление (избыточное), Па	600000	200000	250000	3000000
Ro_lab	Лабораторная плотность, кг/м³	830	800	850	820
Mu_lab	Лабораторная вязкость, Па·с	0,00018	0,000185	0,00019	0,0002
Patm_lab	Лабораторное атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м³	847,2548242	816,0237625	889,6504593	807,9705449
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	12,80666804	28,09661373	39,73346636	13,02227332
qv	Мгновенный объемный расход, м³/с	0,015115486	0,034431122	0,044661885	0,016117262

Пример расчета «Расходомер для реактивного топлива».

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		140	140	140	140
Диаметр СУ, мм		29	29	29	29
Материал ИТ		Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10
Материал СУ		Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ
Межповерочный интервал, лет		0,8	0,8	0,8	0,8
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,07	0,07	0,07	0,07
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,1	0,1	0,1	0,1
Входные переменные					
T	Температура, °C	40	0	15	30
P	Давление, Па (избыточное), Па	200000	5000000	50000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	90000	3000000	5500000	650000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
T_lab	Лабораторная температура, °C	0	15	25	10
P_lab	Лабораторное давление (избыточное), Па	2000000	200000	250000	3000000
Ro_lab	Лабораторная плотность, кг/м³	800	800	850	820
Mu_lab	Лабораторная вязкость, Па·с	0,00018	0,000185	0,00019	0,0002
Patm_lab	Лабораторное атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м³	768,5949585	814,1051667	888,2459017	810,6869332
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	4,727701701	28,06356644	39,70209026	13,04414302
qv	Мгновенный объемный расход, м³/с	0,006151096	0,034471672	0,044697184	0,016090235

Пример расчета «Расходомер для мазута и дизельного топлива».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						41

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		140	140	140	140
Диаметр СУ, мм		29	29	29	29
Материал ИТ		Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10
Материал СУ		Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ
Межповерочный интервал, лет		0,8	0,8	0,8	0,8
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,07	0,07	0,07	0,07
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,1	0,1	0,1	0,1
Входные переменные					
T	Температура, °C	-18	0	15	30
P	Давление, Па (избыточное), Па	500000	5000000	50000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	400000	3000000	5500000	650000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
T_lab	Лабораторная температура, °C	-5	15	25	10
P_lab	Лабораторное давление (избыточное), Па	3000000	200000	250000	3000000
Ro_lab	Лабораторная плотность, кг/м ³	810	800	850	820
Mu_lab	Лабораторная вязкость, Па·с	0,00018	0,000185	0,00019	0,0002
Patm_lab	Лабораторное атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	817,6712412	813,7562478	888,344728	810,975162
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	10,26694605	28,05755222	39,70429873	13,04646141
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,012556325	0,034479062	0,044694697	0,016087375

Пример расчета «Расходомер для газовых смесей».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		60	60	60	60
Диаметр СУ, мм		12,6	12,6	12,6	12,6
Материал ИТ		Сталь 8	Сталь 8	Сталь 8	Сталь 8
Материал СУ		Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ	Сталь Х6СМ
Межповерочный интервал, лет		0,5	0,5	0,5	0,5
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,05	0,05	0,05	0,05
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,031	0,031	0,031	0,031
Входные переменные					
T	Температура, К	290	350	200	400
P	Давление, Па (абсолютное), МПа	5	10	0,1	10
dP	Перепад давления, МПа	1	2	0,01	2
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
X1_CН4	Молярная доля метана СН4	73,5	73,5	2	2
X2_C2Н6	Молярная доля этана С2Н6	3,3	3,3	0	0
X3_C3Н8	Молярная доля пропана С3Н8	0,74	0,74	0	0
X4_nC4H10	Молярная доля н-бутана nC4H10	0,08	0,08	0	0
X5_iC4H10	Молярная доля и-бутана iC4H10	0,08	0,08	0	0
X6_N2	Молярная доля азота N2	10	10	16	16
X7_CO2	Молярная доля диоксида углерода CO2	1,6	1,6	0	0
X8_nC5H12	Молярная доля н-пентана nC5H12	0,04	0,04	0	0
X9_iC5H12	Молярная доля и-пентана iC5H12	0,04	0,04	0	0
X10_nC6H14	Молярная доля н-гексана nC6H14	0,01	0,01	0	0
X11_H2	Молярная доля водорода H2	9,2	9,2	6	6
X12_O2	Молярная доля кислорода O2	0,01	0,01	0,5	0,5
X13_Ar	Молярная доля аргона Ar	0,01	0,01	0,5	0,5
X14_CO	Молярная доля оксида углерода CO	0,09	0,09	0	0
X15_C2H4	Молярная доля этилена C2H4	0,9	0,9	0	0
X16_NH3	Молярная доля аммиака NH3	0	0	0	0
X17_He4	Молярная доля гелия He-4	0,2	0,2	75	75
X18_H2S	Молярная доля сероводорода H2S	0,2	0,2	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	38,837945181	62,618845606	0,497955054	23,90186241
Mu	Вязкость, Па·с	1,25758E-05	1,512755E-05	1,48034E-05	2,39196E-05
K	Коэффициент адиабаты	1,3670772776	1,4214664651	1,575373683	1,633075231
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	0,6339509537	1,1425533013	0,007446207	0,712299284
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,8790354180	1,5842626513	0,0216296723	2,069080321

Пример расчета «Расходомер для нефти и нефтепродуктов API 2540».

Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Свойства		Значения			
		А	В	С	Д
Диаметр ИТ, мм		140	140	140	140
Диаметр СУ, мм		29	29	29	29
Материал ИТ		Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10	Сталь 10
Материал СУ		Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ	Сталь Х7СМ
Межповерочный интервал, лет		0,8	0,8	0,8	0,8
Радиус закругления входной кромки диафрагмы, мм		0,07	0,07	0,07	0,07
Тип СУ		Угловое	Угловое	Угловое	Угловое
Эквивалентная шероховатость, мм		0,1	0,1	0,1	0,1
Входные переменные					
T	Температура, °C	-18	0	15	30
P	Давление, Па (избыточное), Па	500000	5000000	50000000	10000000
dP	Перепад давления, Па	400000	3000000	5500000	650000
P_atm	Текущее атмосферное давление, Па	0	0	0	0
T_lab	Лабораторная температура, °C	-5	15	25	10
P_lab	Лабораторное давление (избыточное), Па	3000000	200000	250000	3000000
Ro_lab	Лабораторная плотность, кг/м ³	810	800	850	820
Mu_lab	Лабораторная вязкость, Па·с	0,00018	0,000185	0,00019	0,0002
Patm_lab	Лабораторное атмосферное давление, Па	0	0	0	0
Выходные переменные					
Ro	Плотность, кг/м ³	818,0175868	814,1051667	888,344728	810,6869332
qm	Мгновенный массовый расход, кг/с	10,26911999	28,06356644	39,70429873	13,04414302
qv	Мгновенный объемный расход, м ³ /с	0,012553667	0,034471672	0,044694697	0,016090235

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	КСШП. 469551.000 РЭ	Лист
						44

19 Приложение В

Код	Строка	Описание	Расходомеры
0	Ошибок нет.	Расчет произведен удачно.	Все типы
1	Значение давления находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $P > 0$, P – абсолютное давление.	Общий расходомер
		Не выполняется условие: $0.1 \leq P \leq 30$ МПа, P – абсолютное давление на входе/выходе ИТЭ.	Расходомер для воды
		Не выполняется условие: $0.1 \leq P \leq 30$ МПа, P – абсолютное давление.	Расходомер для пара (однотрубная магистраль)
		Не выполняется условие: $P \leq 12$ МПа, P – абсолютное давление.	Расходомер для природного газа (метод Nx-19m), расходомер для природного газа (метод Gerg91)
		Не выполняется условие: $0.1 \leq P \leq 10$ МПа, где P – абсолютное давление.	Расходомер для газовых смесей
		Не выполняется условие: $0 \leq P \leq 10$ МПа, P – абсолютное давление.	Деморасходомер
2	Значение температуры находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $-200 \leq T \leq 700^\circ\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»), T – температура.	Общий расходомер
		Не выполняется условие: $0 \leq T \leq 300^\circ\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»), T – температура на входе/выходе ИТЭ.	Расходомер для воды
		Не выполняется условие: $100 \leq T \leq 600^\circ\text{C}$, T – температура.	Расходомер для пара (однотрубная магистраль)
		Не выполняется условие: $250 \leq T \leq 340$ К ($0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»), T – температура.	Расходомер для природного газа (метод Nx-19m), расходомер для природного газа (метод Gerg91)
		Не выполняется условие: $-18^\circ\text{C} \leq T_{\text{lab}} \leq 150^\circ\text{C}$.	Расходомер для товарной нефти Расходомер для бензина Расходомер для реактивного топлива
		Не выполняется условие: $200 \leq T \leq 400$ К ($0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»), где – температура.	Расходомер для мазута и дизельного топлива Расходомер для газовых смесей
		Не выполняется условие: $-18^\circ\text{C} \leq T_{\text{lab}} \leq 150^\circ\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»).	Расходомер для нефти и нефтепродуктов API 2541
		Не выполняется условие: $0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ ($0 \leq T \leq 100^\circ\text{C}$ при использовании марки стали «Сталь 12МХ»), T – температура.	Деморасходомер
3	Выбранный расходомер не соответствует физической среде.	Среда не является водой, в трубе пар.	Расходомер для воды
		Среда не является паром, в трубе вода.	Расходомер для пара (однотрубная магистраль)

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

4	Значение плотности при стандартных условиях находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $0.66 \leq \rho_{\text{lab}} \leq 1.0$ кг/м ³ , ρ_{lab} - плотность при стандартных условиях.	Расходомер для природного газа (метод Nx-19m), расходомер для природного газа (метод Gerg91)
5	Значение молярной доли азота находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $0 \leq X_a \leq 20\%$, X_a - молярная доля азота.	Расходомер для природного газа (метод Nx-19m), расходомер для природного газа (метод Gerg91)
6	Значение молярной доли углекислого газа находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $0 \leq X_u \leq 15\%$, X_u - молярная доля углекислого газа.	Расходомер для природного газа (метод Nx-19m), расходомер для природного газа (метод Gerg91)
7	Ошибка вычисления свойств среды.	Ошибка метода вычисления.	Расходомер для природного газа (метод Gerg91)
8	Соотношение значений лабораторной температуры (температуры в ИТ) и лабораторной плотности находится в недопустимом интервале.	Взаимосвязанные допустимые диапазоны показаны на рис. 22. Взаимосвязанные допустимые диапазоны показаны в таблице 1. Эта ошибка может возникать и при превышении допустимого значения температуры в ИТ при заданной лабораторной плотности.	Расходомер для товарной нефти Расходомер для бензина Расходомер для реактивного топлива Расходомер для мазута и дизельного топлива Расходомер для нефти и нефтепродуктов API 2547
9	Значение атмосферного давления находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $P_{\text{atm}} \geq 0$, P_{atm} - атмосферное давление.	Все типы
10	Отношение значений перепада давления к абс. давлению находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $(dP / P) \leq 0.25$, dP - перепад давления, P - абсолютное давление. Этот код используется только если свойство расходомера «Агрегатное состояние» имеет значение «Газ». Не выполняется условие: $(dP / P) \leq 0.25$, dP - перепад давления, P - абсолютное давление. Не выполняется условие: $(dP / P) \leq 0.25$, dP - перепад давления, P - абсолютное давление.	Общий расходомер Расходомер для пара (однотрубная магистраль) Расходомер для природного газа (метод Nx-19m), расходомер для природного газа (метод Gerg91)
11	Значение плотности не больше 0.	Не выполняется условие: $\rho > 0$, ρ - плотность.	Общий расходомер

12	Значение вязкости не больше 0.	Не выполняется условие: $\mu_i > 0$, μ_i - вязкость.	Общий расходомер
13	Значение показателя адиабаты не больше 0.	Не выполняется условие: $K > 0$, K - показатель адиабаты. Этот код используется только если свойство расходомера «Агрегатное состояние» имеет значение «Газ».	Общий расходомер
16	Значение эквивалентной шероховатости находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $0 < R_{sh} < 1.5$ мм, где R_{sh} - эквивалентная шероховатость.	Все типы
17	Значение радиуса закругления входной кромки диафрагмы находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $r_k > 0$, r_k - радиус закругления СУ.	Все типы
18	Значение межповерочного интервала находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $I_p > 0$, I_p - интервал поверки.	Все типы
19	Значение числа Рейнольдса находится в недопустимом интервале.	Внутренняя переменная об ошибке вычислителя - неверно заданы сочетания входных параметров.	Все типы
20	Значение диаметра ИТ при данной температуре находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $50 \leq D \leq 1000$ мм, D - диаметр ИТ в рабочих условиях.	Все типы
21	Значение диаметра СУ при данной температуре меньше допустимого значения.	Не выполняется условие: $d \geq 12.5$ мм, d - диаметр СУ в рабочих условиях.	Все типы
22	Значение относительного диаметра отверстия СУ находится в недопустимом интервале.	Не выполняется условие: $0.2 \leq \beta_e \leq 0.75$, β_e - относительный диаметр отверстия СУ, $\beta_e = d / D$, d - диаметр СУ в рабочих условиях, D - диаметр ИТ в рабочих условиях.	Все типы

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

23	Значение относительной эквивалентной шероховатости при данной температуре находится в недопустимом интервале.	Ошибка промежуточных вычислений – неверно заданы сочетания входных параметров.	Все типы
24	Значение приведенной температуры находится в недопустимом интервале.	Приведенная температура < 1.3.	Расходомер для газовых смесей
26	В ИТ присутствует сконденсированный компонент.	Произошла конденсация какого-то компонента.	Расходомер для газовых смесей
27	Сумма процентного содержания компонентов газовой смеси не равна 100%.	Сумма процентного содержания компонентов смеси должна быть равна 100%.	Расходомер для газовых смесей
28	Процентное содержание компонентов газовой смеси задано неверно.	Значение содержания какого-то компонента меньше нуля.	Расходомер для газовых смесей
29	Нарушение условий лицензии.	Недоступен ключ или нехватает лицензий.	Все типы
30	Значения входных переменных не достоверны.	Клиент сигнализирует о недостоверности входных переменных (ExternalFlag не равен 0).	Все типы
31	Разность абсолютных давлений на входе и на выходе ИТЭ превышает допустимое значение.	Не выполняется условие: $P1 - P < \Delta$, где Δ - значение свойства «Допустимое отклонение P от P1» в Па.	Расходомер для воды
32	Значение перепада давления превышает значение абсолютного давления.	Не выполняется условие: $dP < P$, dP - перепад давления, P - абсолютное давление.	Все типы

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

20 Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов	Номер документа	Входящий номер сопроводительной документации	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

КСШП. 469551.000 РЭ