

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ
ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ПРИРОДНОГО ГАЗА****USE OF SYSTEMS OF THE AUTOMATED DESIGN FOR THE SOLUTION OF
APPLIED TASKS IN GAS BRANCH**

На основании обработки статистических данных, приведённых для узлов учета транспортируемой среды на предприятии газовой промышленности, которое расположено на территории Сибирского и Дальневосточного регионов, были рассмотрены основные ошибки, допускаемые пользователями, при составлении документации, содержащей комплекс сведений о характеристиках узла измерения расхода природного товарного газа. Была предложена автоматизация ряда типовых операций, выполняемых пользователем при комплектации технического отчёта.

Для решения прикладной пользовательской задачи, связанной с построением аксонометрической схемы узла измерений расхода природного газа, были использованы типовые программные продукты, применяемые на рассматриваемом газотранспортном предприятии. Рекомендовано сочетание системы автоматизированного проектирования «Autodesk AutoCAD» и стандартного графического редактора MS Visio.

Предложен алгоритм для получения модели аксонометрических элементов узла измерений. Разработаны шаблоны трёхмерных элементов для разных типов средств измерений расхода природного газа, используемых на предприятии в соответствии с требованиями нормативно-технической документации в ООО «Газпром». Получены аксонометрические шаблоны основных видов местных сопротивлений, которые используются в технологическом процессе учёта. Проведена оценка результатов для осуществления поставленной задачи.

На основании полученных данных пользователь электронного паспорта с минимальными временными затратами и минимальным уровнем ошибочных действий проводит построение типовых аксонометрических схем узла измерений. Предложенное решение позволяет не только соблюдать общие требования по оформлению паспорта, но и существенно повысить качество выполняемых отчётных работ. Возможно использование полученной методики для решения аналогичных прикладных задач на других предприятиях газовой промышленности.

In system of the main transport of gas measurement system of an expense increased requirements as even small inaccuracy of measurements leads to losses are shown. Respectively, one of the major tasks is trouble-free functioning of systems of the account. In relation to this problem the actual purpose is development of «The electronic passport of gas measurement system». By means of an electronic form it is possible to carry out collecting and information processing about all gas measurement systems operated at the enterprise, and respectively to plan costs of the current, capital repairs and metrological providing. Requirements to the passport of gas measurement system, it is regulated by industry standard documentation of JSC Gazprom. One of requirements is existence of the three-dimensional axonometrical scheme of measurement system. In this article authors offer a technique of the solution of this task. Possibility of the combined use of system of the automated design of «Autodesk AutoCAD» and the standard graphic MS Visio editor for the solution of an applied user task – creation of the axonometrical scheme of knot of measurements of a consumption of gas which is the obligatory requirement when filling the passport of gas measurement system is considered. This procedure allows to observe the general requirements for passport registration.

Authors developed templates of three-dimensional elements of various gages, according to requirements of the specifications and technical documentation of JSC Gazprom. On the basis of the obtained data the user of the electronic passport quickly also will be able qualitatively to construct the axonometrical scheme of gas measurement system of a consumption of natural gas with the minimum time expenditure, reducing to a minimum level of wrong actions of the performer.

**Чухарева Н.В., Ермолаева А.В.,
Нестеренко А.С.,****Национальный исследовательский
Томский политехнический
университет,
г. Томск, Российская Федерация****N.V. Chukhareva, A.V. Ermolaeva,
A. S. Nesterenko,****National Research Tomsk Polytechnic
University, Tomsk, the Russian
Federation**

Ключевые слова: предприятие, паспортизация, узлы измерений расхода газа, базы данных, система автоматизированного проектирования, аксонометрическая схема, прикладные задачи.

Key words: enterprise, certification, gas measurement system, data bases, automated design system, axonometric scheme, applied tasks.

Одной из ключевых задач предприятия трубопроводного транспорта природного газа является обеспечение бесперебойной поставки транспортируемого продукта потребителю и проведение товарно-коммерческих мероприятий. Эта задача не может быть успешно решена без узлов измерений расхода газа (УИРГ), от чёткого функционирования

которых зависит правильность определения объёма отпускаемой продукции. В рамках ранее проведённой разработки, представленной в работе [1], рассмотрим особенности формирования одного из разделов паспорта – трёхмерного изображения УИРГ на примере эксплуатации ООО «Газпром трансгаз Томск» (далее Предприятие).

Согласно проведенным статистическим исследованиям, разработка аксонометрической схемы УИРГ наиболее часто вызывает у пользователей особое затруднение. При анализе существующих паспортов, требования к которым регламентированы в [2, 3], было выявлено, что большинство пользователей не имеют чёткого понятия об аксонометрической проекции. С другой стороны, построение данной схемы затруднительно ввиду отсутствия необходимого программного обеспечения, что приводит к ряду ошибочных действий (более 20% составляемой документации требует дополнительных временных затрат на исправление полученных ошибок). Поэтому было принято решение о вводе общих требований к оформлению аксонометрической схемы УИРГ.

В настоящее время для построения аксонометрических проекций могут применяться различные системы автоматизированного проектирования (САПР). Из них наиболее распространёнными, являются Autodesk AutoCAD, Компас-3D, Autodesk Inventor и др.

На рассматриваемом газотранспортном Предприятии указанные программные продукты используются в ограниченном количестве. Поэтому, для полного обеспечения всех пользователей, потребуются дополнительные рабочие места, оборудованные таким программным обеспечением, что приведёт к дополнительным затратам (с одной стороны, стоимость единицы программного продукта весьма высокая [4], с другой – потребуется дополнительное время и средства на обучение обслуживающего персонала Предприятия).

Другим способом решения вышеуказанной задачи может являться применение бесплатного программного обеспечения для построения аксонометрической схемы УИРГ, например, FreeCAD, LibreCAD. Но опыт работы с данными программными продуктами показал, что их использование представляет значительную сложность из-за неудобного пользовательского интерфейса и недоработок самих платформ данных САПР [5].

В связи с вышеизложенным, более рациональным, на наш взгляд, является использование программного обеспечения, имеющегося на Предприятии. Одним из приемлемых решений, на основе принципа «цена – качественные возможности», является применение векторного графического редактора MS Visio, неоспоримыми преимуществами которого являются: использование шаблонов,

понятный и доступный интерфейс [6, 7]. Тем не менее, следует указать, что данный программный комплекс не позволяет реализовывать пространственные виды объектов. И выполнить в полной мере поставленную задачу нельзя. Поэтому требуется сочетание с другим методом проектирования:

- предварительное построение трёхмерных моделей узлов измерений при помощи трёхмерной системы автоматизированного проектирования и черчения – Autodesk AutoCAD;
- перенос трёхмерных моделей в MS Visio и формирование шаблонов.

Формирование решений поставленной задачи основано на требованиях нормативно-технической документации ГОСТ 8.586.2 – 2005 [9]. Соответствующие документы регламентируют структурные особенности построения УИРГ.

Основное назначение аксонометрической схемы УИРГ – представление местных сопротивлений, расположенных на измерительных линиях. Наличие информации о сопротивлениях узла необходимо, так как от их типа зависит необходимость установки специальных устройств, ламинизирующих поток природного газа (недопущение дополнительных неточностей измерения расхода, обусловленных разными режимами течения в трубопроводе).

Таким образом, на аксонометрической схеме узла измерений должны быть отображены коллектора и измерительные линии. Основными элементами измерительной линии, в данном случае, будут являться: местные сопротивления (R, R1, R2, R3) – рисунок 1 и средство измерений.

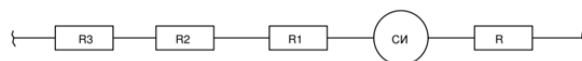
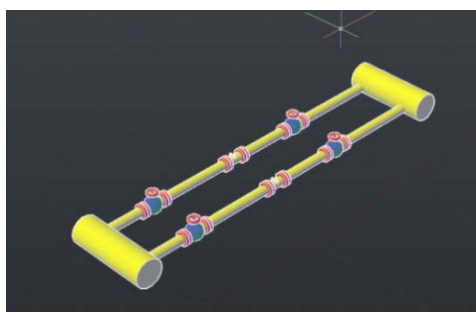


Рисунок 1. Условная схема измерительного трубопровода:
R – сопротивление после средства измерений; R1, R2, R3 – сопротивления до средства измерений

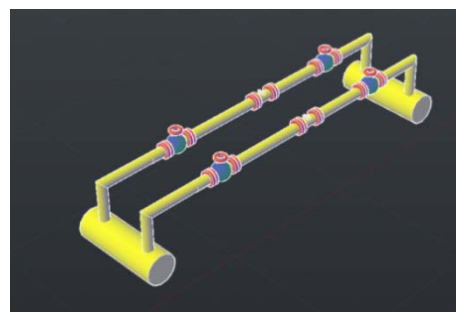
Рассмотрим различные местные сопротивления на трёхмерных моделях узла. Первая схема – когда коллектор и трубопроводы находятся в одной плоскости (рисунок 2, а). Вторая схема – когда коллектор и трубопроводы находятся в разных плоскостях (рисунок 2, б). Основное отличие двух данных схем – различные местные сопротивления перед средством измерения (R3), в первом случае – тройник, во втором – 90° колено.

В соответствии с нормативной документацией выделяют несколько типов местных сопротивлений:

- «90° колено»;
- «45° колено»;
- «Коническое 90° колено»;
- «Два 90° колено в одной плоскости U-конфигурация»;



а)



б)

Рисунок 2. Трехмерная модель узла измерений:

а) коллектор и измерительные трубопроводы находятся в одной плоскости; б) коллектор и измерительные трубопроводы находятся в разных плоскостях

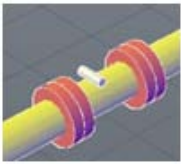
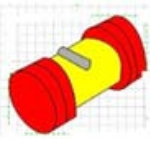
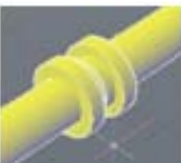

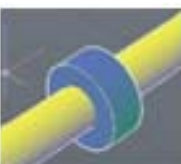
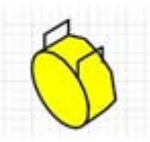
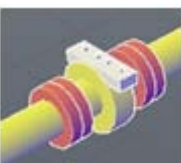

- «Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация»;
- «Два колена в разных плоскостях»;
- «Два 45° колена в одной плоскости S-конфигурация»;
- «Заглушенный тройник, изменяющий направление потока»;
- «Заглушенный тройник, не изменяющий направление потока»;
- «Разветвляющий поток тройник»;
- «Смешивающий поток тройник».

Соответственно, при разработке шаблонов, были учтены все основные типы тройников и колен.

В вышеуказанных схемах Предприятие использует различные по конструктивному исполнению и внешнему виду средства измерений в соответствии с [8...12]. Такими средствами являются: счётчики (турбинный, ультразвуковой, ротационный), сужающие устройства ДК (диафрагма камерная), устройство, сужающее быстросменное типа УСБ и быстросменное сужающее устройство типа БСУ. Этап разработки трёхмерных шаблонов моделей вышеуказанных средств измерений, состоит из трех операций:

- предварительное построение модели средства измерения на трубопроводе, в программном ком-

Таблица 1. Преобразование моделей Autodesk AutoCAD в MS Visio

Средство измерения расхода природного газа	Трёхмерная модель средства измерения, построенная при помощи Autodesk AutoCAD	Экспорт моделей в MS Visio	Шаблон MS Visio
Счетчик (турбинный, ультразвуковой, ротационный)		→	
Диафрагма камерная		→	
Устройство, сужающее быстросменное типа УСБ		→	
Быстросменное сужающее устройство типа БСУ		→	

плексе Autodesk AutoCAD в соответствии с масштабом;

- экспорт моделей в программный комплекс MS Visio;
- формирование шаблонов (таблица 1).

В результате полученных трёхмерных шаблонов был сформирован следующий набор данных для построения аксонометрической схемы:

- 1) основной трубопровод (коллектор); трубопровод-отвод (6 конфигураций);
- 2) измерительный трубопровод;
- 3) кран шаровый;
- 4) перемычка;
- 5) расходомер;
- 6) диафрагма камерная;
- 7) УСБ;
- 8) БСУ (рисунок 3).

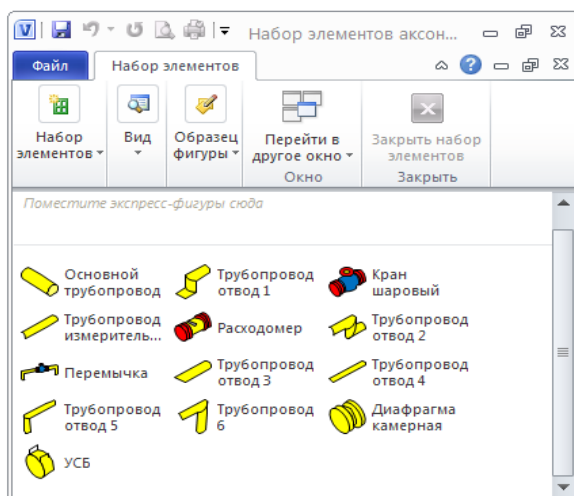


Рисунок 3. Набор элементов, для построения аксонометрической схемы

Далее полученные результаты будут использованы должностным лицом, ведущим паспортизацию. При этом, может быть легко сформирована любая конфигурация УИРГ. Например, приведённая на рисунке 4.

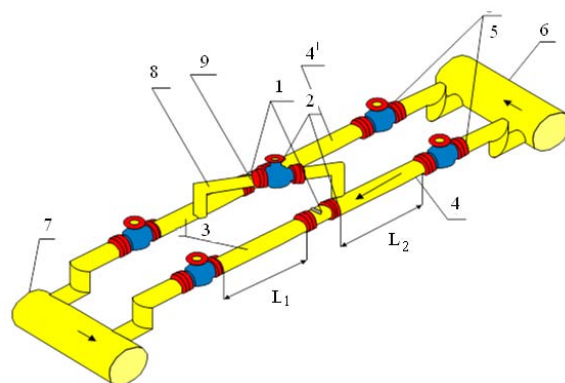


Рисунок 4. Аксонометрическая схема узла измерений расхода газа:

1 – ультразвуковой расходомер; 2 – место отбора давления газа на измерительных трубопроводах; 3 – место установки ТСП-термопреобразователь сопротивления; 4 – основной измерительный трубопровод; 4' – резервный измерительный трубопровод; 5 – шаровые краны; 6 – входной трубопровод; 7 – выходной трубопровод; 8 – резервный трубопровод; 9 – шаровый кран; L1 и L2 – расстояние между местными сопротивлениями, определяемые по месту установки УИРГ в соответствии с [8...12]

Таким образом, характерным преимуществом данной системы является унификация и однотипность всех аксонометрических схем узлов измерений, что ранее достичь не удавалось, как указано в работе [1].

Выводы

- Показана возможность совместного применения системы автоматизированного проектирования Autodesk AutoCAD и графического редактора MS Visio для решения производственных задач для контроля УИРГ.
- Разработан оптимальный набор инструментов, необходимый для построения трёхмерных моделей узла измерений.
- Представленная методика может быть применена для типичного построения других аксонометрических схем объектов нефтегазового комплекса.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Чухарева Н.В., Ермолаева А.В., Нестеренко А.С. Разработка электронного паспорта узла измерений расхода газа // Актуальные вопросы трубопроводного транспорта углеводородов: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). М.: ГИАБ. 2013. №11. С. 17-21.

2 СТО Газпром 5.32-2009. Организация измерений природного газа. – М.:ООО «Газпром экспо», 2010. 98 с.

3 СТО Газпром 5.37-2011. Единые технические требования на оборудование узлов измерений расхода и количества природного газа, применяемых в ОАО «Газпром». М.: ООО «Газпром экспо», 2011. 60 с.

4 Электронный прайс-лист компании Autodesk. URL: <http://adsk-forms.ru> (дата обращения: 15.03.14).

5 Официальный сайт бесплатного программного обеспечения FreeCAD. URL: <http://freecadweb.org> (дата обращения: 16.03.14).

6 Кузнецов С.А. Разработка специализированных САПР – главное направле-

ние при создании высокоэффективных программных продуктов // Автоматизация и современные технологии. 2011. №10. С. 29-34.

7 Солоницын Ю. А. Microsoft Visio 2007. Создание деловой графики: учеб. пособие. СПб: Изд-во «Питер», 2009. 160 с.

8 ГОСТ 8.586.1–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Принцип измерений и общие требования. М.: Стандартинформ, 2007. - Ч. 1. 55 с.

9 ГОСТ 8.586.2–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Диафрагмы. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2007. -Ч. 2. 48 с.

10 ГОСТ 8.586.3–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Сопла и сопла Вентури. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2007. -Ч. 3. 37 с.

11 ГОСТ 8.586.4–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Трубы Вентури. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2007. -Ч. 4. 27 с.

12 ГОСТ 8.586.5–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Методика выполнения измерений. М.: Стандартинформ, 2007. -Ч. 5. 117 с.

REFERENCES

1 Chukhareva N.V., Ermolaeva A.V., Nesterenko A.S. Razrabotka elektronnoho pasporta uzla izmereniy rashoda gaza// Aktualnyye voprosy truboprovodnogo transporta uglevodorodov: Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal). Otdelnyye stati (spetsialnyiy vyipusk) 2013. №11. S. 17-21.[in Russian].

2 STO Gazprom 5.32-2009. Organizatsiya izmereniy prirodnogo gaza. – М.: ООО «Gazprom ekspoz», 2010. 98 s. [in Russian].

3 STO Gazprom 5.37-2011. Edinye tehicheskie trebovaniya na oborudovanie uzlov izmereniy rashoda i kolichestva

prirodnogo gaza, primenyaemykh v OAO «Gazprom». М.: ООО «Gazprom ekspoz», 2011. 60 s. [in Russian].

4 Elektronnyiy prays-list kompanii Autodesk. URL: <http://adsk-forms.ru> (data obrasheniya: 15.03.14). [in Russian].

5 Ofitsialnyiy sayt besplatnogo programmnoho obespecheniya FreeCAD. URL: <http://www.freecadweb.org> (data obrasheniya:16.03.14). [in Russian].

6 Kuznetsov S.A. Razrabotka spetsializirovannykh SAPR – glavnoe napravlenie pri sozdanii vyisokoeffektivnykh programmnykh produktov // Avtomatizatsiya i sovremennyye tehnologii. 2011. №10. S. 29-34. [in Russian].

7 Solonitsyn Yu. A. Microsoft Visio 2007. Sozdanie delovoy grafiki: uchebnoe posobie. Sankt-Peterburg: Izd-vo «Piter», 2009. 160 s. [in Russian].

8 GOST 8.586.1–2005. Izmerenie rashoda i kolichestva zhidkostey i gazov s pomoschyu standartnykh suzhayuschiy ustroystv. Ch. 1. Printsip izmereniy i obshchie trebovaniya. М.: Standartinform, 2007. 55 s. [in Russian].

9 GOST 8.586.2–2005. Izmerenie rashoda i kolichestva zhidkostey i gazov s pomoschyu standartnykh suzhayuschiy ustroystv. Ch. 2. Diafragmy. Tehicheskie trebovaniya. М.: Standartinform, 2007. 48 s. [in Russian].

10 GOST 8.586.3–2005. Izmerenie rashoda i kolichestva zhidkostey i gazov s pomoschyu standartnykh suzhayuschiy ustroystv. Ch. 3. Sopla i sopla Venturi. Tehicheskie trebovaniya. М.: Standartinform, 2007. 37 s. [in Russian].

11 GOST 8.586.4–2005. Izmerenie rashoda i kolichestva zhidkostey i gazov s pomoschyu standartnykh suzhayuschiy

ustroystv. Ch. 4. Truby Venturi. Tehicheskie trebovaniya. М.: Standartinform, 2007. 27 s. [in Russian].

12 GOST 8.586.5–2005. Izmerenie rashoda i kolichestva zhidkostey i gazov s pomoschyu standartnykh suzhayuschiy ustroystv. Ch. 5. Metodika vyipolneniya izmereniy. М.: Standartinform, 2007. 117 s. [in Russian].

Чухарева Н. В., канд. хим. наук, доцент, Институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация
N. V. Chukhareva, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Insutute of Natural Resources, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, the Russian Federation
e-mail: Natasha@tpu.ru

Ермолаева А. В., магистрант, Институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация
A. V. Ermolaeva, Master Student, Insutute of Natural Resources, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, the Russian Federation
e-mail: alyona7@inbox.ru,

Нестеренко А. С. ведущий инженер, производственный отдел метрологического обеспечения, ООО «Газпром трансгаз Томск», г. Томск, Российская Федерация
A. S. Nesterenko, Senior Engineer, Functional Department of Metrology Provision, JSC «Gazprom transgaz Tomsk», Tomsk, the Russian Federation
e-mail: a.nesterenko@gtt.gazprom.ru