

УДК 621.165

В.А. Маляренко, М.Б. Ильченко

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харьков

СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИХ УЧЕТА

Рассмотрены вопросы повышения экономичности эксплуатации магистральных газопроводов путем автоматизации учета расхода природного газа на эксплуатацию технологического оборудования. Систематизированы и представлены в виде иерархической структуры производственно-технологические затраты газа на компрессорных станциях, газораспределительных станциях и линейной части МГ. Описаны структуры базы данных и программные модули программного комплекса для автоматизации расчета, учета, формирования отчетов и исследования расхода газа на собственные нужды газотранспортной системы в зависимости от режимно-технологических факторов.

Ключевые слова: энергозатраты, газотранспортная система, производственно-технологические затраты газа, газораспределительные станции, линейная часть МГ.

Постановка проблемы

Производственно-технологические затраты (ПТЗ) топливно-энергетических ресурсов, в частности природного газа, складываются из всех видов затрат, обусловленных непосредственно технологическим процессом транспортирования газа. ПТЗ делятся на следующие составные: затраты топливного газа газоперекачивающих агрегатов (ГПА); энергозатраты на техническое обслуживание и эксплуатацию технологического оборудования; технологические потери газа (вместе с небалансом газа, связанным с погрешностью учета).

Исходными данными для проведения расчетов производственно-технологических затрат газа являются: результаты измерительных комплексов с использованием расходомеров переменного перепада давления (диафрагм – ДСТУ ГОСТ 8.586.1, ДСТУ ГОСТ 8.586.2, ДСТУ ГОСТ 8.586.5), счетчиков с вычислителями и вычислителями-корректорами; показания измерительных приборов; акты выполненных работ; записи в рабочих диспетчерских журналах и других документах, где фиксируются выполненные работы, связанные с затратами газа.

Для расчетов используются паспортные данные оборудования, его индивидуальные характеристики, фактические параметры газа (давление, температура, плотность).

Учет и нормирование энергозатрат на техническое обслуживание ГТС выполняется в соответствии с утвержденным регламентом обслуживания и эксплуатации технологических аппаратов. Сложность учета, контроля и нормирования данной составной ПТЗ состоит в ее трудоемкости из-за наличия большого количества объектов газотранспортной системы, разных видов

технологического оборудования, невозможности прямого измерения многих видов энергозатрат, количества регламентов эксплуатации и технического обслуживания, приближенных методах их расчета.

Анализ последних исследований и публикаций

В настоящее время расчеты производственно-технологических затрат газа при эксплуатации технологического оборудования ГТС проводятся с использованием электронных таблиц Excel.

Для расчета ПТЗ газа при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования используется ряд коэффициентов, связанных с техническим состоянием, сроком его эксплуатации, режимно-эксплуатационными параметрами [1,2]. Неточность выбора данных коэффициентов, возможные ошибки и неточности в написании больших расчетных формул приводят к значительным погрешностям в результатах расчетов [3].

Для повышения точности учета, нормирования и оперативного корректирования общепроизводственных норм энергозатрат в соответствии с современными требованиями необходима автоматизация этого процесса, которая заключается в создании соответствующих комплексов программ расчета затрат природного газа, тепловой и электроэнергии с наполнением и поддержкой баз данных паспортных характеристик технологического оборудования, регламентов его технического и эксплуатационного обслуживания, оперативной диспетчерской информацией о проводимых технологических мероприятиях [4,5,6].

Изложение основного материала

Для решения задач снижения энергозатрат при эксплуатации магистральных газопроводов разработан комплекс программ «Расчет производственно-технологических затрат природного газа при эксплуатации ГРС и техническом обслуживании линейной части магистральных газопроводов».

Цели и задачи программного комплекса:

- автоматизация учета производственно-технологических затрат природного газа при эксплуатации ГРС и линейной части магистральных газопроводов (ЛЧМГ) с учетом фактических условий эксплуатации и технического состояния оборудования;

- снижение отраслевых норм производственно-технологических затрат газа (ПТЗ) за счет повышения точности их расчета;

- оперативное формирование отчетности о ПТЗ природного газа по линейным производственным управлениям (ЛПУ) за требуемый промежуток времени;

- обеспечение специалистов диспетчерских служб ЛПУ, подразделений управлений магистральных газопроводов (УМГ), оперативной и точной информацией о производственно-технологических затратах газа.

Для расчета ПТЗ газа при эксплуатации ГРС и техническом обслуживании ЛЧМГ необходимо учитывать такие факторы:

- паспортные характеристики установленного оборудования;

- техническое состояние и период эксплуатации оборудования;

- утвержденный регламент работ, связанных с затратами газа;

- параметры газа на момент проведения работ

- (температуры, давления, химического состава);

- оперативные технологические показатели (время на проведение технологической операции, количество проведенных работ данного типа и пр.).

Основными функциями программного комплекса являются:

- актуализация баз данных нормативно-справочной и паспортной информации технологического оборудования ГРС и ЛЧМГ;

- наполнение и поддержка баз данных оперативной диспетчерской информации о проведенных технологических мероприятиях, связанных с затратами природного газа при эксплуатации ГРС и техническом обслуживании ЛЧМГ;

- проведение расчетов производственно-технологических затрат природного газа по оперативным диспетчерским данным за необходимый промежуток времени;

- сохранение всей информации в базах данных для анализа и корректировки отраслевых норм затрат газа при эксплуатации ГРС и техническом обслуживании ЛЧМГ ;

- оперативное формирование отчетов о затратах газа.

Расчеты затрат газа на ГРС и ЛЧМГ проводятся по всем видам работ, предусмотренных регламентом по эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования газотранспортной системы [7,8,9].

При эксплуатации ГРС это следующие технологические мероприятия:

- продувка пылеуловителей и сепараторов;

- заправка метанольниц;

- опробование запорной арматуры Ду=50÷500мм; Ду=500÷1400мм;

- выпускание газа при замене диафрагм;

- настройка и проверка предохранительных клапанов;

- заправка бачков-одоризаторов;

- выпускание газа при проведении огнеопасных работ;

- выпускание газа при проведении газоопасных работ;

- вытеснение одоранта в подземную емкость;

- вытеснение конденсата из подземной емкости;

- продувка импульсных линий;

- переключение запорной арматуры Ду=50÷500мм; Ду=500÷1400мм;

- технические вытекания газа из коммуникаций ГРС;

- отбор проб газа;

- определение точки росы влажности;

- срабатывание пневморегуляторов;

- затраты топливного газа на котлы для отопления ГРС;

- затраты топливного газа на подогреватели газа;

- затраты топливного газа на подогрев технической воды.

При техническом обслуживании ЛЧМГ учитываются затраты газа при проведении таких работ:

- дегазация конденсата, воды, продуктов очистки;

- очистка магистрального газопровода очистительным поршнем;

- проведение внутритрубной технической диагностики газопроводов;

- продувка дрипов;

- продувка конденсатосборников;
- эксплуатация силовых пневмоприводов кранов;
- продувка дренажных линий запорной арматуры;
- проведение огневых работ на ЛЧМГ;
- проведение газоопасных работ на ЛЧМГ;
- заполнение нового газопровода;
- технические вытекания газа.

При работе с ПК пользователь имеет возможность производить:

- просмотр, корректировку, удаление, дополнение информации в таблицы нормативно-справочной, паспортной и оперативной информации;

- выбирать вид работ и проводить расчеты затрат газа из меню экранной формы;
- сохранять результаты расчета в базе данных и в формате Word и Excel с возможностью их распечатки;
- формировать сводные отчеты о производственно-технологических затратах газа при эксплуатации ГРС и техническом обслуживании ЛЧМГ;
- сохранять сводные отчеты о затратах газа в формате Word и Excel с возможностью их распечатки.

Общая схема функциональности программного комплекса представлена на рис. 1



Рис. 1. Общая схема функциональности программного комплекса

Организация информационного обеспечения ПК

Объектами для хранения необходимой информации являются таблицы, которые состоят из строк и столбцов с данными . [10]. В структуру БД

программного комплекса входят таблицы пяти схем, созданные в среде Oracle:

- каталог подразделений и объектов ГТС;

- оперативные данные о проведенных технологических мероприятиях, связанных с затратами газа на ГРС и ЛЧМГ;
- паспортные данные и характеристики эксплуатируемого оборудования;
- нормативно-справочная информация;
- данные о пользователях программного комплекса.

В среде Oracle создан каталог объектов ГТС (Управлений магистральных газопроводов, Линейных производственных управлений, ГРС, магистральных газопроводов) и их уникальных

кодов, которые являются ключом доступа к данным. Таким образом, уникальный идентификационный код выбранного объекта ГТС достаточен для доступа ко всей необходимой расчетной информации.

Источником заполнения базы данных паспортной информации служат утвержденные ведомости технической инвентаризации оборудования ГТС. Пример данных технической инвентаризации для регуляторов давления и комплекта диафрагм на ГРС приведены в табл.1,2

Таблица 1. Регуляторы давления на ГРС-1

Номер	Позначення за технологічною схемою	Тип (марка)	Ду, мм	Ру, кгс/см ²
1	P1	РД50	50	64
2	P2	РД50	50	64
3	P3	РД25	25	64
4	P4	КЗП	25	64
5	P5	РД50	50	64

Таблица 2. Комплект диафрагм на ГРС-1

Номер	Диаметр отвору диафрагми, мм (d20)	Товщина диафрагми, мм (E)	Диаметр замірного трубопроводу, мм (D20)	Надлишковий тиск, кг/см ²	Граничний номінальний перепад тиску (dP), кг/см ²
1	45,99	3	100	2	6300
2	77,20	3	100	2	6300

Структура соответствующих таблиц паспортной информации в базе данных представлена в табл.3,4.

Таблица 3. Структура таблицы БД REGUL (регуляторы давления)

Опис поля	Поле	Тип	Розмір поля	Точність
Код ГРС	KODGRS	N	4	0
Станційний номер	NOMER	C	15	0
Позначення за технологічною схемою	POZN	C	30	0
Тип (марка)	TIP	C	15	0
Диаметр умовний, мм	D	N	6	0
Тиск умовний, кгс/см ²	P	N	6	0

Таблица 4. Структура таблицы БД DIAFR (диафрагмы)

Опис поля	Поле	Тип	Розмір поля	Точність	
Код ГРС	KODGRS	N	4	0	
Станційний номер	NOMER	C	15	0	
Диаметр отвору диафрагми, мм	DIAM_DIAFR	N	7	2	
Товщина диафрагми, мм	TOVSH	N	6	2	
Диаметр замірного трубопроводу, мм	DZAMTR	N	7	2	
Вимірювана витрата, мм ³ /г	Мін	QIZMER_MIN	N	9	3
	макс	QIZMER_MAX	N	11	3

Источником заполнения таблиц оперативной информации о проведенных технологических мероприятиях, связанных с затратами газа на ГРС и ЛЧМГ является диспетчерская информация о параметрах газа (температуре и давлении газа на

входе и выходе ГРС, химическом составе газа) и технологических параметрах проведенных работ. Пример данных для расчета затрат газа при эксплуатации пневморегуляторов на ГРС приведен в табл.5.

Таблица 5. Данные для расчета затрат газа при эксплуатации пневморегуляторов на ГРС

Наименование величины	Обозначение
Количество типов устройств	k
Количество работающих регуляторов данного типа	n_i
Объем газа, выпускаемого в атмосферу при срабатывании регуляторов данного типа (м ³ /час)	q_i
Время работы регуляторов данного типа за сутки (месяц).	t_i

Организация программного обеспечения.

Программный комплекс состоит из следующих компонент:

- блока аутентификации пользователей;
- блока общей обработки данных;
- блока организации ввода-вывода данных, вычислений затрат газа при выполнении определенного вида работ, формирования отчетности.

Для выборки, добавления, удаления, отображения информации о технологическом оборудовании и эксплуатационных мероприятий по техническому обслуживанию ГРС разработаны сохраненные в БД процедуры на языке PL / SQL.

Для обработки данных и расчета затрат газа при эксплуатации разных типов оборудования разработаны программные модули (хранимые процедуры) на языке PL/SQL. Данные процедуры взаимодействуют с:

- экранными формами, предназначенными для ввода оперативной и отображения расчетной информации;

- программами системы управления БД Oracle, которые непосредственно работают с таблицами входных и выходных данных.

ПК работает в среде: Internet Information Services (IIS), БД "Oracle" , браузер конечного пользователя (например, Internet Explorer). IIS и БД Oracle размещены на сервере

рис. 2. Такая конфигурация дает возможность специалистами по энергосбережению оперативно получать, контролировать и анализировать необходимую информации из различных подразделений ГТС.

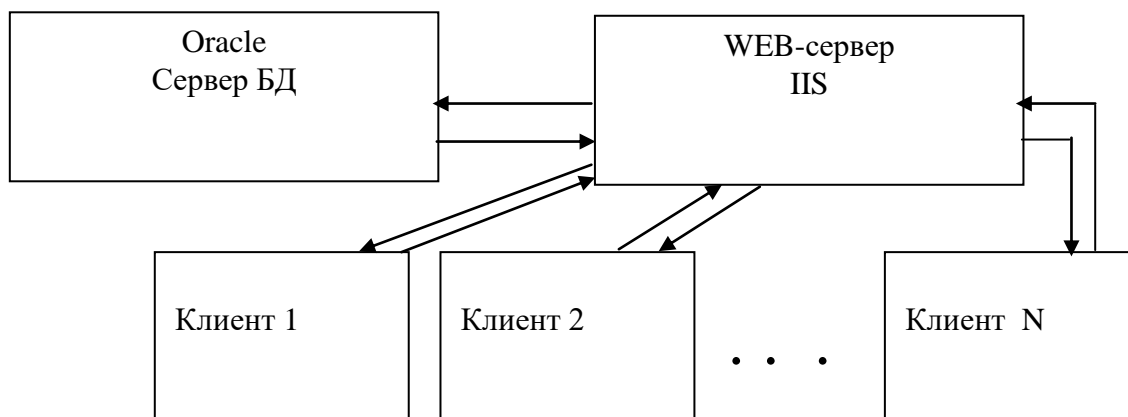


Рис. 2. Конфигурация программного комплекса

Выводы

1. Обоснована необходимость автоматизирования расчета и учета потребления газа на эксплуатацию и техническое обслуживание магистральных газопроводов.
2. Систематизированы виды затрат природного газа при эксплуатации ГРС и ЛЧ магистральных газопроводов.
3. Представлена структура и описаны функциональные модули программного комплекса для автоматизированного учета производственно-технологических затрат газа при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования магистральных газопроводов.

Литература

1. Розгонюк В.В., Хачикян Л.А., Григіль М.А. Довідник експлуатаційникові газонафтового комплексу/ В.В. Розгонюк, Л.А. Хачикян, М.А. Григіль – К.: Росток.1998.- 430с.
2. Експлуатація і технічне обслуговування газорозподільчих станцій магистральних газопроводів//Під загальною редакцією А.А.Рудніка – К.: Росток. 2003, 370с.
3. В. А. Багдасаров. Потери газа в городском газовом хозяйстве//Л.:Недра, 20044. Лебедева А.А., Мустафина А.В. Мероприятия по экономии природного газа в газотранспортных системах/ А.А.Лебедева, А.В.Мустафина //Символ науки – 2016. - №8-2.
4. Байков И.Р., Китаев С.В., Шаммазов И.А. Перспективы энергоресурсосбережения в условиях длительной эксплуатации газотранспортной системы/ И.Р. Байков, С.В.Китаев, И.А. Шаммазов //Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2012. - №4, С.9-13.
5. Гаденьшина А.Р., Китаев С.В., Галикеев А.В. Современное состояние и перспективы развития технологий ресурсосбережения ПАО «ГАСПРОМ»/ А.Р. Гаденьшина, С.В.Китаев, А.В. Галикеев//Территория Нефтегаз.- 2016. - №5. – С.88-91.
6. Ряховский С.В., Паскаль Л.Г. Основные принципы создания единой системы учета газа в региональной компании поставщика газа/ Главная библиотека научных статей. Энергосбережение. – Режим доступа: WWW/URL:https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3035
7. «Визначення обсягів витрат природного газу на виробничо-технологічні потреби під час його транспортування газотранспортною системою та експлуатації підземних сховищ газу». – К.: Укртрансгаз.
8. «Правила безпечної експлуатації магистральних газопроводів. Структура та порядок списання природного газу на виробничо-технологічні потреби під

час експлуатації магистральних газопроводів та підземних сховищ газу»

9. Реляционные базы данных/ Режим доступа: WWW/URL:http://getinfo.ru/article482.html

References

1. Rozhonyuk V.V., Khachikyan L.A., Hryhil M .A. Reference of operatives Petroleum Complex / V. V.Rozhonyuk, L.A. Khachikyan, M.A Hryhil - K .: Rostok.1998.- 430p.
2. Operation and maintenance of gas distribution stations of main gas pipelines // Under the editorship A.A.Rudnika - K .: Rostock. 2003 370p.
3. Bogdosarov V.A. Gas losses in the urban gas facilities / V.A. Bogdosarov L.: Nedra, 2004
4. Lebedev A.A, Mustafina A. V. Measures for natural gas savings of gas transportation systems / A.A.Lebedeva, A.V.Mustafina // Symbol Science - 2016. - №8-2.
5. Baikov I.R, Chinas S.V., Shammazov I.A. Prospects of energy saving in the conditions of long-term operation of the gas transportation system / I.R. Baikov, S.V. Kitaev, I.A. Shammazov // Transport and storage of petroleum products and hydrocarbons. - 2012. - №4, p.9-13.
6. Gadenshina A.R, Chinas S.V., Galikeev A.V. Current state and the prospects of development of resource-saving technologies of PJSC "Gasprom" / A.R.Gadenshina, S.V.Chinas, A.V. Galikeev // territory of Neftegaz.- 2016. - №5. - p.88-91.
7. Ryakhovskiy S.V., Pascal LG The basic principles of creating a single gas accounting system in the company's regional gas supplier / Home bibltoteka scientific articles. Energy saving. - Retrieved from: WWW/URL: //www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3035
- 8 "Determining the volume of natural gas for in-process needs to the gas transportation system and operation of underground gas storage facilities." - K .: Ukrtransgaz.
9. "Rules for safe operation of gas mains. The structure and procedure of writing off natural gas to industrial and technology needs while operating the main gas pipelines and underground gas storage».
10. Relational databases/ Retrieved from: WWW/URL:http://getinfo.ru/article482.html

Автор: МАЛЯРЕНКО Виталий Андреевич
д-р техн. наук, проф. Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова
E-mail: malyarenko@ksame.kharkov.ua

Автор: ИЛЬЧЕНКО Марианна Борисовна
аспирантка Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова

ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЇХ ОБЛІКУ

В.А. Маляренко, М.Б. Ільченко

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків

Розглянуто питання підвищення економічності експлуатації магістральних газопроводів шляхом автоматизації обліку витрат природного газу на експлуатацію технологічного обладнання. Систематизовані і представлені у вигляді ієрархічної структури виробничо-технологічні витрати газу на компресорних станціях, газорозподільних станціях і лінійній частині МГ. Описано структури бази даних і програмні модулі програмного комплексу для автоматизації розрахунку, обліку, формування звітів та дослідження витрат газу на власні потреби газотранспортної системи в залежності від режимно-технологічних факторів.

Ключові слова: енерговитрати, газотранспортна система, виробничо-технологічні витрати газу, газорозподільні станції, лінійна частина МГ

REDUCING OF ENERGY CONSUMPTION IN THE OPERATION OF GAS TRANSPORTATION SYSTEMS BY AUTOMATING OF THEIRS ACCOUNTING

V. Malyarenko, M. Ilchenko

O.M. National Beketov University of Urban Economy in Kharkiv

The Ukraine gas industry is one of the largest consumers of gas, because most processes of operation and maintenance facilities of the gas transportation system happen with the cost of natural gas. The cost of gas directly due process gas transportation to Ukraine gas transportation system - is industrial-technological gas consumption. All rising price of fuel and energy resources identifies the need to improve energy efficiency of Ukraine's GTS, which includes increasing the accuracy and speed of solving problems of accounting, control and regulation of gas flow. Identified the problems of increase efficiency of operation and maintenance facilities of the main gas pipeline by automatization accounting of natural gas consumption for the operation of process equipment. Systematized and presented in a hierarchical structure of production and operating costs of gas at compressor stations, gas distribution stations and the linear part of the main gas pipeline . We describe the structure of the database and software system software modules to automate the calculation, accounting, reporting and investigation of gas consumption for own needs of the gas transportation system, depending on the regime-technological factors.

Keywords: energy consumption, the gas transportation system, in-process gas consumption, gas distribution stations, linear portion of main gas pipelines.