

УДК 621.641

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСА ГАЗА В ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

И.Н. ШАЙКОВСКИЙ, С.В. БЕРЕСТНЕВ
(Представлено: А.Н. ЯНУШОНОК)

Приведен алгоритм по определению запаса газа в газотранспортной системе. Произведена оценка влияния параметров окружающей среды на оценку точности определения запаса на примере газопровода Торжок-Минск-Ивацевичи КС «Смоленск» - КС «Крупки».

Введение. Газотранспортная система (ГТС), пролегающая по территории Республики Беларусь, является важным транспортным звеном, интегрированным в сеть магистральных газопроводов Российской Федерации и Евросоюза (ЕС), связующим потоки газа от поставщиков к потребителям. Диспетчерский контроль ГТС подразумевает решение ряда задач, одной из которых является учет количества транспортируемого газа и в развитие этой задачи - управление запасом газа в ГТС. Как показывает практика эксплуатации учет запаса газа в газотранспортной системе балансовым методом, т.е. на основании данных узлов учета на входе и выходе из/в систему даже на относительно небольших промежутках времени (календарный месяц) ведет к значительной ошибке за счет накапливания погрешности измерений. В связи с этим в ПГУ разработан программный комплекс, позволяющий расчетным путем на основании определения режимов работы ГТС, определять запас газа по данным телеметрии. В результате внедрения данного метода определения запаса решена проблема накапливания погрешностей измерения,

Основная часть. Математическая модель ГТС представляет собой совокупность соединенных между собой в соответствии с технологической схемой объектов (линейные участки (ЛУ), компрессорные цеха (КЦ), газораспределительные станции (ГРС), пункты редуцирования газа, краны регуляторы и др.). В ГТС выделяются активные элементы, т.е. такие объекты, для которых управляемыми величинами являются изменения давления и (или) температуры между их входом и выходом (КЦ, пункты редуцирования газа и т.п.). При расчете запаса газа режим работы активных элементов ГТС считается заданным и учитывается при моделировании известными замерами входных и выходных давлений и (или) температуры газа в местах их расположения в схеме. Это позволяет исключить из расчета модели этих объектов.

Учет количества транспортируемого газа в ГТС является важной диспетчерской задачей. Создание программного комплекса (ПК) по расчету запаса газа в ГТС, который внедрен на белорусском участке магистральных газопроводов (МГ) позволил повысить оперативность управления и точность данных по системе магистральных газопроводов, которые пролегают по территории Беларуси. Решение данной задачи является следствием решения более общей задачи: определения режимов транспорта газа по газотранспортной системе при целом ряде определенных критериев и параметров для каждого участка МГ по вычислительному алгоритму. Одновременно необходимо учитывать наличие взаимосвязи некоторых параметров друг от друга, характер этих связей и общую структуру ГТС, определяющуюся физической конфигурацией сети, что обусловлено спецификой рассматриваемой предметной области [2].

Одновременно необходимо учитывать наличие взаимосвязи некоторых параметров друг от друга, характер этих связей и общую структуру ГТС, определяющуюся физической конфигурацией сети, что обусловлено спецификой рассматриваемой предметной области.

Конфигурация ГТС не является постоянной. Например, при необходимости ремонтных работ, поток газа транспортируемого по одной ветке может быть переведен на резервную. Таким образом, необходимо обеспечить поддержку разных структурных связей между узлами ГТС. При расчете режима транспорта газа должна использоваться реальная структура ГТС на данный момент времени, то есть должны учитываться фактические состояния кранов. Необходимо учитывать:

- запас газа в работающих линейных участках (ЛУ);
- неизменный запас газа в отключенных ЛУ, при этом температура газа принимается равной температуре грунта, а давление рассчитывается из условия неизменности запаса с момента отключения;
- изменение запаса газа в ЛУ, работающих как баллон, т.е. присоединенных с одной стороны к работающим ЛУ, при этом давление берется с работающего ЛУ, а температура принимается равной температуре грунта;
- изменение запаса газа, как при стравливании, так и при заполнении отключенных ЛУ [2].

Применение разработанных алгоритмов поиска неизвестных параметров ГТС в ПК позволило производить моделирование стационарного и неизотермического движения газа по всей сети ГТС, учитывая заданную для него структуру газотранспортной сети и все остальные критерии, достаточные для описания транспорта газа. На основе имитационной модели, ПК определяет все неизвестные параметры ГТС, необходимые для дальнейшего расчета запаса газа. Разработанный ПК также обеспечивает требуемую точность результатов вычислений, минимальное значение которой не превышает точность исполь-

зубых в системе температурных датчиков и датчиков давления, специфицированных их паспортными данными. Имеется возможность также изменить количество отображаемых данных существующих объектов, таких как давления, диаметры, температуры, длины, расходы, запасы и названия.

На примере газопровода Торжок-Минск-Ивацевичи КС «Смоленск» – КС «Крупки», провели учет количества транспортируемого газа в газотранспортной системе по таким внешним факторам как:

Температура грунта;

- влажность грунта;
- плотность грунта;
- скорость ветра;
- толщина снежного покрова;
- теплопроводность снега.

Расчеты были проведены для 3 типов грунтов: песок, суглинок и смешанный вид грунта.

В результате проведенных расчетов выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на изменение количества газа в газотранспортной системе. Этими главными факторами являются температура грунта. Зависимости изменения запаса газа от данных факторов представлены в таблице 1, 2.

Таблица 1

Изменение количества газа в зависимости от температуры грунта

Температура грунта, °С	Песок	Суглинок	Смешанный
0	21,15746	21,18741	21,21141165
2	21,04038	21,08009	21,11872447
4	20,93769	20,96316	20,98549885
6	20,84183	20,85047	20,89129941
8	20,6968	20,69607	20,82144254
10	20,60534	20,6207	20,64250751
12	20,46669	20,47323	20,5002083
14	20,30571	20,36103	20,35386013
16	20,18639	20,20605	20,19707245
18	19,99467	20,04438	19,96359833

Анализируя изменение количества газа в зависимости от температуры грунта, можем увидеть, что при малых температурах количество газа намного больше, чем при высоких температурах. Из расчетов можно увидеть, что при изменении температуры на 18° разница составляет:

- песок $\approx 1,687$ млн м³ (5,8%);
- суглинок $\approx 1,756$ млн м³ (5,7%);
- смешанный $\approx 1,818$ млн м³ (6,25%) [1].

Таблица 2

Изменение количества газа в зависимости от влажности грунта

Влажность грунта, %	Песок	Суглинок	Смешанный
0	20,85959	20,93735	20,9328135
4	20,8993	20,96774	20,95339981
8	20,93276	20,9713	20,97569352
12	20,97862	20,9856	20,97730335
16	21,00701	20,99662	20,98545006
20	21,03526	21,01657	21,0036948
24	21,06233	21,03048	21,01660271
28	21,07589	21,09053	21,03927692
32	21,09526	21,09955	21,04243804
36	21,10477	21,11614	21,06511225

Анализируя изменение количества газа в зависимости от влажности грунта, видим, что при более высокой влажности у нас и больше само количество газа в газопроводе, а вот при абсолютно низкой влажности, т.е. 0%, видим, что у нас меньше количество газа. Разница составляет:

- песок $\approx 0,247$ млн м^3 (1%);
- суглинок $\approx 0,186$ млн м^3 (0,74%);
- смешанный $\approx 0,155$ млн м^3 (0,64%).

Другие факторы, такие как плотность грунта, скорость ветра, толщина снежного покрова и теплопроводность снега, не сильно влияют на количество газа в газопроводе (разница составляет максимум 0,08%) [1].

Выводы. Исходя из расчетов можно сказать, что для диспетчеров важно уделить внимание таким факторам, как температура и влажность грунта, для измерения количества газа в газотранспортной системе. Окончательное решение по выбору между использованием модели смешанного грунта и проведением точных расчетов на основе детального изучения данных о структуре и состоянии грунтов вдоль трассы газопровода должно определяться в результате экономических расчетов целесообразности проведения работ по изучению состава грунтов и разработки системы контроля их состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние внешних условий на изменение запаса газа в газопроводе : материалы конф, студентов, магистрантов и аспирантов, Новополоцк, 2016 / Полоцк. гос. ун-т ; И.Н. Шайковский [и др.]. – Новополоцк, 2016.
2. Влияние теплофизических свойств грунтов на запас газа в магистральном газопроводе / А.Пандриевский [и др.] // Вестн. Полоцк. гос. ун-та.