УДК 622.691.4

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

Б.С. Заяц1 , И.Б. Заяц2 , Н.Г. Яговкин2

1ООО «Газпром трансгаз Самара»

2Самарский государственный технический университет

Разработан гаситель пульсаций давления на магистральных газопроводах. Показано, что снижение уровня пульсаций происходит за счет применения нескольких дросселирующих шайб, в которых изготовлены определенным образом спрофилированные отверстия.

**Ключевые слова:** надежность, газопровод, гаситель.

Магистральные газопроводы должны обладать высокой степенью надежности, т.к. в противном случае возникают протечки газа, что ведет к авариям и несчастным случаям. Наиболее низкая надежность газопровода имеет место при протекании газа через регулирующие давление органы РО (регуляторы давления, клапаны и т.п.), т.к. в этом месте газопровода возникают газодинамические вибрации, которые связаны со сжатием и расширением сжимаемой среды (газа), вызывающих турбулентность потока.

В случае газодинамических пульсаций давления в потоке сжимаемость при дозвуковой скорости потока играет второстепенную роль. При малых скоростях течения газ можно считать несжимаемым, но пульсации давления при этом могут возникать. Скорость распространения этих пульсаций равна средней скорости потока.

Пульсации давления приводят к вибрации наружной поверхности трубопроводов и арматуры, что является возможной причиной нарушения их деятельности.

Газодинамические процессы описываются нелинейными уравнениями Навье-Стокса [1].

Для снижения пульсаций применяются специальные гасители, которые снижают переменные составляющие давления, вызванные такими газодинамическими процессами как изменение скорости потока в направлении движения среды в сечениях проточной части канала или струи. Амплитуда пульсаций в них может быть соизмерима со средним давлением среды. Скорость течения газа в этом случае может быть малой относительно скорости звука.

Был разработан подобный гаситель пульсаций давления, состоящий из двух дросселирующих шайб, расположенных на некотором расстоянии друг от друга.

Шайбы имеют различное количество отверстий диаметром 8 мм, которые смещены относительно друг друга в окружном направлении на 7°30', что обеспечивается фиксацией шайб и втулок шпонками. «Пакет» фиксируется в корпусе втулкой и винтами.

Снижение уровня пульсаций происходит за счет применения нескольких дросселирующих шайб, в которых изготовлены определенным образом спрофилированные отверстия. Смещение шайб друг относительно друга предотвращает сквозное прохождение газа и способствует сглаживанию пульсаций давления в полостях между шайбами [2, 3].

Выполнена математическая оценка эффективности снижения пульсации давления предложенной конструкцией модели.

Расчет газодинамических характеристик гасителя выполнялся на основе уравнений расхода сжимаемой среды через дросселирующие шайбы и уравнений первого закона термодинамики переменной массы для объемов камер между дросселирующими шайбами.

Для одного конструктивного исполнения гасителя - с двумя шайбами и одной демпфирующей камерой составлена система уравнений расхода (1) и система дифференциальных уравнений состояния газа в камере (2).

Для определения эффективности гасителя при случайных пульсациях с широким спектром частот, необходимо рассчитывать его амплитудно-частотные характеристики

 (1)

 (2)

где *Gm1, Gm2, Gm3* - массовые расходы газа через 1-ю шайбу, 2-ю шайбу и диафрагму имитирующую сопротивление трубопроводной магистрали;

*Fsh* -пропускная площадь шайб;

*Fdiaf* -площадь диафрагмы, имитирующей сопротивление трубопроводной магистрали за гасителем

*µ* - коэффициент расхода через пропускную площадь шайбы;

*k* - показатель адиабаты для газа;

*R* -газовая постоянная;

*Ркат* - давление в камере между шайбами;

*Ркоп* - давление в выходном конусе гасителя;

*Т*0 -температура газа на входе;

*Р*0 -давление на входе в гаситель;

*Ptr* -давление газа в магистрали за гасителем;

*t* -текущее время.

многократными расчетами используя систему уравнений (1) и (2) с заданием на входе различных частот гармонической пульсации давления в рабочем диапазоне.

Выполнен расчет характеристик гасителя на одном режиме его работы при начальных условиях (3).

Среднее значение давления, задаваемое на входе, составляет 1000000 Па, амплитуда его пульсаций с частотой 500 Гц задавалась 100000 Па.

Система (2) является системой нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка с двумя неизвестными функциями *Pkam* (*t*) и *Ркоп* (*t*) и начальными условиями (3) (задача Копш). В разработанной программе система решается численным методом Рунге - Кутта - Фелберга с адаптивным шагом по времени.

(3)

Результаты расчета давлений в гасителе показали, что амплитуду пульсаций давления на выходе гасителя уменьшена в 8 раз относительно амплитуды входных пульсаций, что подтверждает его эффективность.

**Список литературы**

1. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. М: Энергия, 1974. – 592 с.
2. Матросов А.В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. СПб.: БХВ-Петербург, 2001. - 528 с.
3. Дьяконов В.П. Maple 9 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН-Пресс. 2004. - 688 с.

**IMPROVING RELIABILITY OF GAS PIPELINE**

B.S. Zayats1, I.B. Zayats2, N.G. Yagovkin2

1OOO "Gazprom Transgaz Samara", 2Samara State Technical University

Developed a pulsation damper pressure on natural gas pipelines. Shown to reduce the ripple is due to the use of several throttling washers, which are made in a certain way profiled holes.

**Keywords:** reliability, gas pipeline, damper.