

Решение проблемы сокращения неучитываемого объема газа при малых расходах на ГРС

А.Р. Гадельшина
аспирант¹

А.Р. Галикеев
к.т.н., начальник²

С.В. Китаев
д.т.н., профессор¹
Svkitaev@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия

²Башкирское управление ООО «Газпром газнадзор», Уфа, Россия

В различные периоды работы газораспределительных станций имеют место значительные сезонные колебания потребления природного газа. Узлы учета газораспределительных станций при малых расходах природного газа в летний период не могут обеспечить требуемую точность измерений вплоть до прекращения ведения корректного учета и образования дисбаланса из-за неучитываемого объема газа. Для решения этой проблемы в статье предложено и обосновано применение импульсного метода регулирования режима выходного давления на газораспределительной станции с использованием двухпозиционных электромагнитных клапанов высокого давления с нормированным проходным сечением, обеспечивающим гармонизированную работу газорегулирующего и расходомерного оборудования.

При реализации Федерального законодательства в области энергосбережения [1], эксплуатации объектов магистрального транспорта природного газа сопутствует исполнение важнейших ресурсосберегающих мероприятий.

В работах [2-4] приведены примеры технических решений на газораспределительных станциях (ГРС), иллюстрирующие возможные варианты сокращения нерациональных потерь природного газа.

Газораспределительные станции, являясь сложными инженерными сооружениями, предназначены для обеспечения бесперебойной поставки природного газа через распределительные сети потребителю [5]. При этом необходимо обеспечить достоверность учета расхода газа в условиях нестационарного режима расхода газа.

Спроектированное штатное оборудование узлов учета ГРС адекватно для применения в условиях осенне-зимне-весенней эксплуатации, когда расход газа через ГРС максимален и находится выше допустимой погрешности измерения современных газовых счетчиков ($\pm 2\%$).

Малый расход газа в летний, а также поздний весенний и ранний осенний периоды эксплуатации приводит к нештатной работе регуляторов давления и частым отклонениям значения выходного давления ГРС от контрактного, что влияет на обеспечение надежности всего технологического оборудования ГРС и сетей газоснабжения низкого и среднего давления.

Основным недостатком современных регуляторов давления является низкая точность регулирования при малом до 50 м³/ч расходе газа, что связано с конструктивными особенностями современного газорегулирующего оборудования. Узлы учета ГРС при таком низком расходе газа не могут обеспечить требуемую точность измерений вплоть до прекращения ведения корректного учета и образования дисбаланса из-за неучитываемого объема газа.

Принимая во внимание наличие в газотранспортных предприятиях значительного количества ГРС с низкой производительностью, имеются определенные риски в обеспечении сбалансированного учета поставок газа потребителю и контроле эффективного использования газа.

Общими недостатками применяемых в настоящее время регуляторов давления при малых расходах газа являются:

- неустойчивая работа узла редуцирования;
- повышенный износ седел, мембраны и уплотнений из-за работы с почти закрытым затвором;
- периодическое срабатывание сигнализации САУ ГРС из-за достижения предельно низких значений выходного давления и, как следствие, переход ГРС на работу по байпасной линии и открытие сбросного предохранительного клапана и стравливание части газа из газового контура ГРС.

Решить проблему сокращения неучитываемого объема газа при малых расходах удалось путем использования импульсного режима регулирования выходного давления ГРС (рис. 1). При этом гармонизированную работу газорегулирующего и расходомерного оборудования обеспечивали с помощью двухпозиционных электромагнитных клапанов высокого давления с нормированным проходным сечением.

При снижении выходного давления электромагнитный клапан, установленный параллельно узлу редуцирования, по команде системы автоматизированного управления (САУ) ГРС открывается и производит заполнение газопровода до верхнего предельного значения уставки выходного давления. В последующий период потребление газа происходит из газопровода при закрытом электромагнитном клапане.

В штатном режиме до использования электромагнитного клапана газ редуцировался линейными регуляторами давления постоянно и в малых объемах, а при импульсном заполнении — объема газа, поступившего одновременно в газопровод от ГРС до потребителя, уже достаточно для чувствительности газового счетчика. При этом отпадает необходимость в узле учета малых расходов газа в летний период и монтаже дополнительного газопровода к нему.

В качестве исполнительного механизма применен электропневматический узел управления ЭПУУ-4, который уже несколько десятилетий широко и успешно используется в составе систем управления пневмогидроприводами трубопроводной арматуры, используемой на объектах магистрального транспорта газа (рис. 2).

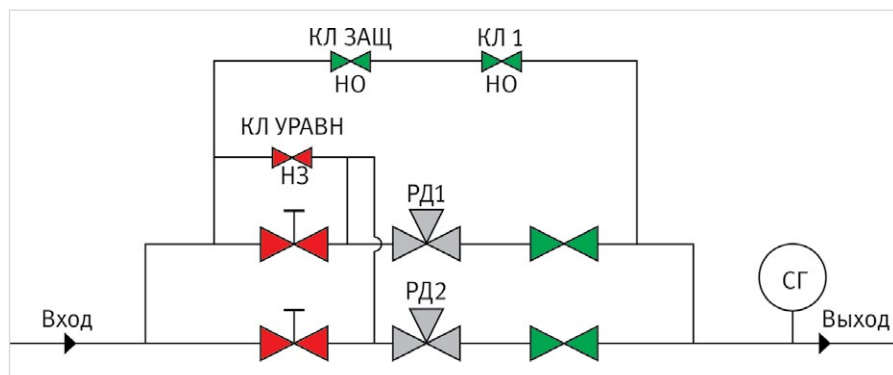


Рис. 1 — Принципиальная схема импульсного режима регулирования выходного давления

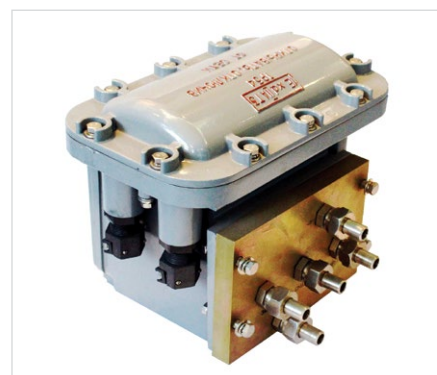


Рис. 2 — Внешний вид ЭПУУ-4

Материалы и методы

Использованы производственные экспериментальные данные для обработки и подтверждения результатов и математические методы представления иллюстративной информации и обоснования результатов работы.

Ключевые слова

газораспределительная станция, расход газа, точность учета, импульсный режим регулирования

На рис. 3 представлена мнемосхема ГРС, система регулирования импульсным режимом которой состоит из двух клапанов. Следует отметить, что при увеличении количества клапанов в схеме уменьшается перегрев соленоидов и обмерзание проточной части регуляторов давления, а также снижается общее время эксплуатации каждого клапана, что приводит к повышению ресурса работоспособности и надежности оборудования.

При переходе на импульсный режим работы контроль выходного давления и управление клапанами осуществляет система телемеханики. При возможном отказе системы телемеханики управление регулирующим клапаном осуществляется через реле давления. На рис. 4 представлена электрическая схема управления клапанами в импульсном режиме.

На рис. 5 представлены алгоритмы работы импульсного регулирования, реализованные в системе программного обеспечения «Зонд» системы телемеханики «Магистраль – 2».

Переход на импульсный режим регулирования осуществляют по команде оператора

или диспетчера путем нажатия кнопки включения на панели. При этом происходит закрытие кранов на штатных нитках редуцирования и работу по регулированию выходного давления производят путем открытия и закрытия электромагнитного клапана, управление которым осуществляют при помощи САУ ГРС.

На рис. 6 и 7 представлены временные графики основных параметров работы ГРС при линейном и импульсном регулировании.

Как видно из графиков зависимости выходного давления и мгновенного расхода ГРС от времени, качество импульсного регулирования по сравнению с линейным существенно выше и стабильнее, как по точности регулирования, так и по времени переходного процесса (рис. 6, 7).

При линейном регулировании большую часть времени значение расхода меньше $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ (рис. 7), при этом штатные счетчики газа не обеспечивают паспортной точности из-за погрешности измерения. При импульсном режиме регулирования за счет кратковременного высокого расхода газа выше $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ обеспечивается точность измерения,

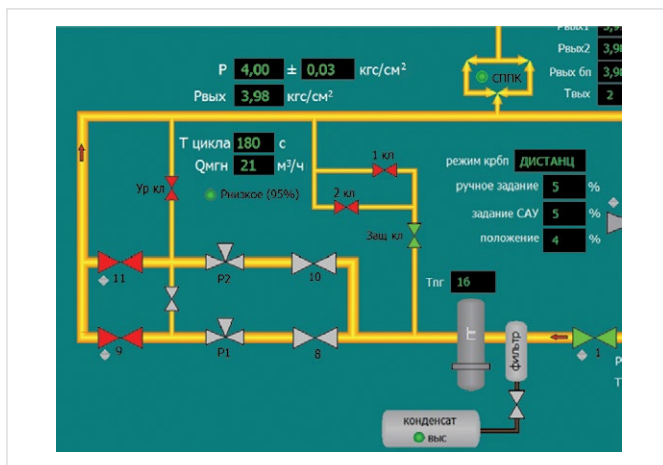


Рис. 3 — Мнемосхема ГРС с системой регулирования импульсным режимом

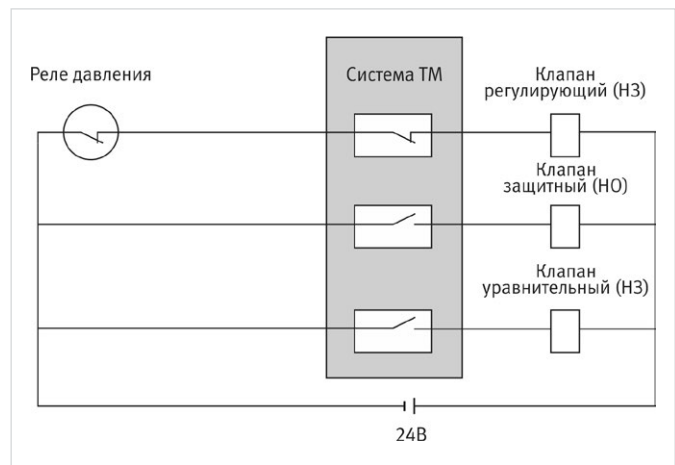


Рис. 4 — Электрическая схема управления клапанами в импульсном режиме

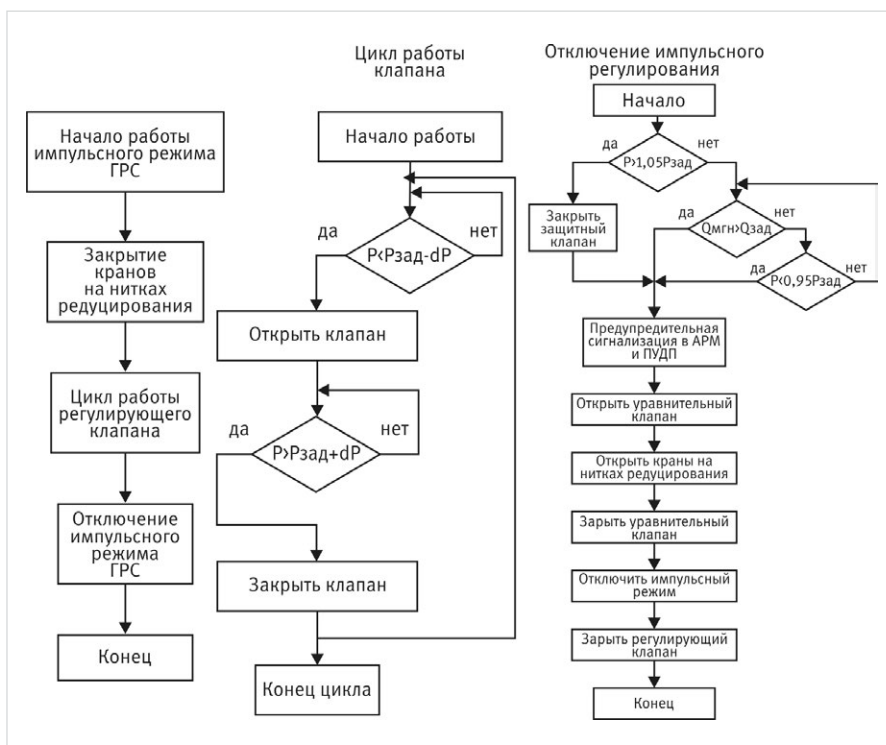


Рис. 5 — Алгоритм работы импульсного регулирования

необходимая и достаточная для устойчивой работы устройств коммерческого учета газа.

Итоги

- Внедрение импульсного режима позволило:
- 1) обеспечить надежное и качественное регулирование выходного давления на ГРС;
 - 2) увеличить межремонтный пробег газорегулирующего оборудования;
 - 3) оптимизировать режим работы узлов учета газа;
 - 4) повысить надежность работы узла редуцирования;
 - 5) привести в соответствие требованиям локальных нормативных актов и руководящих документов учет газа при малых расходах на ГРС.

Выводы

Предложенный и практически обоснованный в статье импульсный метод регулирования режима выходного давления позволяет рекомендовать использование двухпозиционных электромагнитных клапанов высокого давления с нормированным проходным сечением к внедрению на газораспределительных станциях для повышения эффективности работы расходомерного узла в периоды малых расходов природного газа.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 года №261. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
2. Галикеев А.Р., Китаев С.В., Гадельшина А.Р. Повышение роли газораспределительных станций при реализации ресурсосберегающих технологий в

- магистральном транспорте газа // Территория нефтегаз. 2015. №9. С. 16–30.
3. Галикеев А.Р., Гадельшина А.Р., Китаев С.В. Применение инновационных энергосберегающих технических средств и технологий на газораспределительных станциях. Материалы XI Международной учебно-научно-практической конференции «Трубопроводный транспорт-2016». Уфа: УГНТУ, 2016. С. 40–42.
4. Иванов Э.С., Китаев С.В.

- Ресурсосберегающая технология отключения участка магистрального газопровода в ремонт с выработкой газа компрессорной станцией на ГПА и потребителя через газораспределительную станцию // Территория нефтегаз. 2015. №6. С. 32–37.
5. Посягин Б.С., Герке В.Г. Справочное пособие для работников диспетчерских служб газотранспортных систем. М.: Газпром экспо, 2015. 796 с.

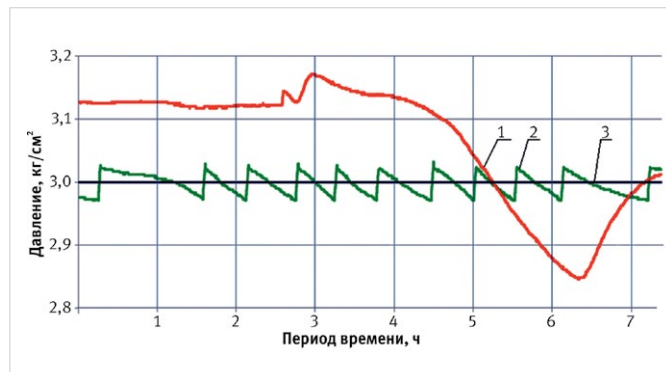


Рис. 6 — График зависимости выходного давления ГРС от времени при: 1 – линейном регулировании; 2 – импульсном регулировании; 3 – заданном давлении

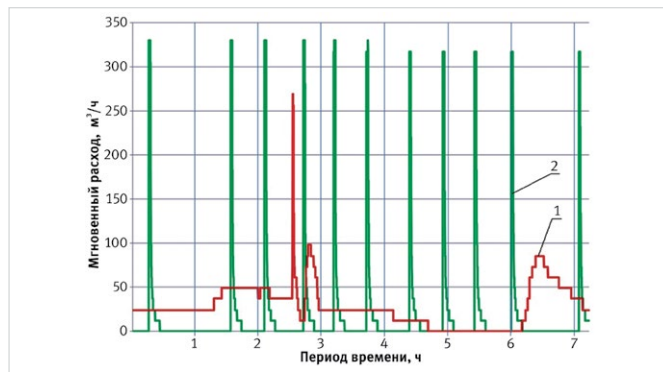


Рис. 7 — График зависимости мгновенного расхода ГРС от времени при: 1 – линейном регулировании; 2 – импульсном регулировании

ENGLISH

GAS INDUSTRY

The solution to the problem of noise reduction of the volume of gas at low flow rates at GDS

UDC 622.691

Authors:

Agatha R. Gadelshina — postgraduate student¹

Arthur R. Galikeev — chief²

Sergey V. Kitaev — Sc.D., professor¹; svkitaev@mail.ru

¹Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Ufa, Russian Federation

²Bashkir management of LLC “Gazprom Gaznadzor”, Ufa, Russian Federation

Abstract

The gas-distributing stations have a significant seasonal fluctuations in natural gas consumption in different periods of work.

Metering gas distribution stations cannot provide the required measurement accuracy at a low cost natural gas in the summer.

To solve this problem, the paper proposed the use of a pulsed control method mode output pressure at gas distribution stations using on-off solenoid valve high pressure normalized with the orifice, ensuring a harmonized work of regulating and flow metering equipment.

Materials and methods

For this article were used experimental process data, confirmation of the results, mathematical methods, illustrative information and validation of the results.

Results

The application of impulse mode is enabled:

- 1) to provide reliable and quality public regulation of outlet pressure at GDS;
- 2) to increase runtime period of equipment;
- 3) to optimize the mode of operation of a gas metering station;
- 4) to increase the reliability of the reduction unit;
- 5) to harmonize the requirements of local

normative acts and guidance documents the gas metering at low flow rates at GDS.

Conclusions

Proposed impulse control method is practically grounded. That allows to recommend the use of a two-position solenoid valve high pressure with normalized orifice for implementation it on gas distributed stations to improve efficiency of work flow on site during periods of low flow natural gas.

Keywords

gas distribution station, gas flow rate, metering precision pulse control mode

References

1. Federal law from 23.11.2009 №261 *Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v ot del' nye zakonodatel' nye akty Rossiyskoy Federatsii* [On energy saving and energy efficiency improvements and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation].
2. Galikeev A.R., Kitaev S.V., Gadel'shina A.R. *Povyshenie roli gazoraspre delitel'nykh stantsiy pri realizatsii resursosberegayushchikh tekhnologiy v magistral'nom transporte gaza* [Resource-saving technology off the main gas pipeline section to be repaired with the development

- of gas compressor station at GCU and the user through gazoras-tribution camption]. *Territoriya neftegaz*, 2015, issue 6, pp. 32-37.
3. Galikeev A.R., Gadel'shina A.R., Kitaev S.V. *Primenenie innovatsionnykh energosberegayushchikh tekhnicheskikh sredstv i tekhnologiy na gazoraspre delitel'nykh stantsiyakh* [The use of innovative energy-saving technical equipment and technology at gas distribution stations]. XI International educational and scientific practical conference “Pipeline Transport 2016”. Ufa: UGNTU, 2016, pp. 40–42.
4. Ivanov E.S., Kitaev S.V. *Resursosberegayushchaya*

- tekhnologiya otklyucheniya uchastka magistral'nogo gazoprovoda v remont s vyabotkoy gaza kompressornoy stantsiyey na GPA i potrebitelya cherez gazoraspre delitel'nyuyu stantsiyu* [Enhancing the role of gas distribution stations in the implementation of resource-saving technologies in the main gas transport]. *Territoriya neftegaz*, 2015, issue 6, pp. 32–37.
5. Posyagin B.S., Gerke V.G. *Spravochnoe posobie dlya rabotnikov dispetcherskikh sluzhb gazotransportnykh sistem* [Handbook for employees dispatchers gas transmission systems]. Moscow: *Gazprom ekspozitsiya*, 2015, 796 p.