

ВЕСТНИК ГАЗПРОММАША

статьи, доклады, сообщения

ЕЖЕГОДНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

ВЫПУСК 1

ВЕСТНИК ГАЗПРОММАША: статьи, доклады, сообщения. Ежегодное научнотехническое издание. Выпуск 1. Саратов, 2007. 119стр.

В настоящее научно-техническое издание вошли статьи, доклады, сообщения специалистов завода «Газпроммаш», разработчиков, изготовителей и поставщиков газового оборудования в газотранспортные организации и газораспределительные сети России и стран ближнего зарубежья.

Рассмотрены вопросы создания и применения современного оборудования для газораспределительных и компрессорных станций, а также для газораспределительных сетей. Обобщен опыт автоматизации газорегуляторных пунктов, газораспределительных станций, подогревателей и одоризаторов газа. Выданы рекомендации по выбору подогревателей газа для ГРС и КС. Сформулированы основные требования к высоконадежной экологически чистой АГРС. Сделаны сообщения о новых разработках завода «Газпроммаш». Проведен всесторонний анализ некоторых проблем, связанных с одоризацией газа.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	стр. 4
Опыт производства современного оборудования для газораспределительных станций и объектов газоснабжения	стр. 8
Вопросы создания высоконадежной экологически чистой АГРС	стр. 16
Подогреватели газа с промежуточным теплоносителем. Опыт применения	стр. 20
Рекомендации по подбору подогревателей газа для использования в составе ГРС, КС	стр. 28
Опыт автоматизации подогревателей газа на объектах ОАО «Газпром»	стр. 46
Некоторые проблемы одоризации газа	стр. 54
Одоризатор для метанола и сжиженных углеводородных газов	стр. 75
Автоматизированное управление газораспределительной станцией	стр. 77
Опыт разработки и изготовления крупногабаритных ГРПБ	стр. 90
Автоматизированное управление газорегуляторными пунктами и пунктами учета газа	стр. 99
Материалы 2-й Всероссийской конфернции молодых специалистов по газораспределению и газопотреблению	стр. 105

ВВЕДЕНИЕ



Р. Е. Агабабян, генеральный директор завода «Газпроммаш»

Вы держите в руках первый сборник научно-технических статей, подготовленных специалистами завода «Газпроммаш». Хочется надеяться, что данное издание найдет своих заинтересованных читателей и станет ежегодным.

Тот факт, что авторами сборника являются работники серийного машиностроительного предприятия, говорит о многом. Современные экономические отношения и жесткая конкуренция на рынке газового оборудования заставляют производственников заниматься непрерывным совершенствованием выпускаемой продукции и постоянным ее обновлением. На заводе «Газпроммаш» для этих целей создан целый ряд подразделений НИОКР, обеспечивающих создание новейших изделий и проведение разного уровня испытаний опытно-промышленных образцов с оформлением всех необходимых документов, включая регистрацию Технических условий, получение сертификатов соответствия и разрешений Ростехнадзора на применение, а также передачу в производство полных комплектов рабочих чертежей.

Все свои изделия завод «Газпроммаш» выпускает по собственным чертежам. Значительная часть разработок защищена патентами. Достаточно солидный штат творческих инженерно-технических работников требует постоянной загрузки в виде новых серьезных разработок, поэтому освоение перспективных видов продукции на заводе выливается

в непрерывный процесс, обеспечивающий интересной работой всех неравнодушных к творчеству специалистов. Системный подход позволил заводу «Газпроммаш» последовательно поставить на массовое производство практически всю гамму оборудования для газораспределительных сетей (от всевозможных изделий запорно-регулирующей арматуры до широкого ряда газорегуляторных пунктов — шкафных и блочных, пунктов учета газа, блочных котельных установок) и, тем самым, внести значительный вклад в программу газификации России, а также наладить поставки газового оборудования в страны ближнего зарубежья. Но в полной мере потенциал завода «Газпроммаш» и возможности его специалистов раскрылись в период разработки и постановки на производство оборудования для газораспределительных и компрессорных станций магистральных газопроводов. Новая тематика потребовала переоснащения станочного парка и испытательных стендов, а наряду с этим — укрепления кадров и повышения их квалификации. Кроме того, необходимо было доказывать право производить и поставлять новые виды продукции через проведение эксплуатационных испытаний своих изделий на действующих объектах, с последующим всесторонним анализом результатов опытно-промышленной эксплуатации компетентными комиссиями, составленными из квалифицированных представителей газотранспортных предприятий, специалистов подразделений ОАО «Газпром», а также работников контролирующих органов Газнадзора и Ростехнадзора. Впрочем, для некоторых новых изделий завода «Газпроммаш» такие испытания послужили своего рода рекламой, поскольку помогли привлечь внимание к представленному оборудованию и вызвать интерес будущих заказчиков этого оборудования из состава комиссии.

Вот только некоторые этапы в освоении заводом «Газпроммаш» продукции, востребованной газотранспортными предприятиями ОАО «Газпром».

- 21–23 апреля 2003 г., Балашов, ООО «Югтрансгаз» комиссией ОАО «Газпром» принят в промышленную эксплуатацию и рекомендован в серийное производство подогреватель газа ГПМ-ПТПГ-30М.
- 28–30 апреля 2004 г., Егорьевск, ООО «Мострансгаз» комиссией ОАО «Газпром» принята в промышленную эксплуатацию газораспределительная станция «ГРС ГАЗПРОММАШ-5». Рекомендованы в серийное производство газораспределительные станции «ГРС ГАЗПРОМ-МАШ», а также входящие в состав станции «ГРС ГАЗПРОММАШ-5» самостоятельные изделия: подогреватель газа ГПМ-ПГА-200М; одори-

затор; шкаф контроля и управления газораспределительной станцией ШКУ ГРС; фильтр очистки газа с системой автоматического сброса жидкости.

- 2 декабря 2004 г., Москва, ОАО «Газпром» на отраслевом совещании по вопросам эксплуатации, диагностирования и изготовления газораспределительных станций магистральных газопроводов газораспределительные станции «ГРС ГАЗПРОММАШ-1» «ГРС ГАЗПРОММАШ-50» и подогреватели газа ГПМ-ПТПГ-30М рекомендованы к применению в ОАО «Газпром».
- 1–3 февраля 2006 г., Саратов, ООО Завод «Газпроммаш» на базе завода «Газпроммаш» состоялось совещание по вопросу применения подогревателей газа на объектах транспорта газа ОАО «Газпром», организованное Управлением по транспортировке газа и газового конденсата. В рамках совещания прошла презентация продукции завода «Газпроммаш», вызвавшая повышенный интерес среди участников совещания от следующих организаций: Управление по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром, ДОАО «Оргэнергогаз», ООО «Газкомплектимпэкс», газотранспортных предприятий и проектных институтов. В решении совещания одобрен опыт работы завода «Газпроммаш» в области создания оборудования нового поколения для газораспределительных станций: подогреватели газа, блоки одоризации газа, шкафы управления ГРС. Кроме того, отмечена деятельность завода по повышению эффективности, надежности и безопасности выпускаемого оборудования.
- 28–30 марта 2006 г., Пенза, ООО «Волготрансгаз» комиссией ОАО «Газпром» принят в промышленную эксплуатацию и рекомендован в серийное производство одоризатор газа нового поколения ОДДК со всеми типоразмерами, предусмотренными техническими условиями ТУ 3696-059-36214188-2006.
- 26 мая 2006 г., Саратов, ИП «Саратоворгдиагностика» постоянно действующей комиссией по проведению испытаний запорнорегулирующей арматуры, применяемой на объектах ОАО «Газпром», принят прошедший приемочные испытания шаровой кран КШ-150/80 производства ООО Завод «Газпроммаш». Результаты испытаний распространены на типоразмеры кранов DN 50, DN 100.
- 8 ноября 2006 г., Москва, ОАО «Газпром» совещание по вопросу номенклатуры и качества выпускаемой заводом «Газпроммаш» продукции, представителями которого были: Управление по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром», ООО Завод «Газпроммаш»,

ДОАО «Оргэнергогаз», ООО «Мострансгаз», ООО «Газнадзор», ООО «Газкомплектимпэкс» — положительно оценило деятельность предприятия, развивающееся производство, квалификацию специалистов и качество основной продукции. Рекомендованы для применения на объектах ОАО «Газпром» новые изделия завода: одоризаторы газа ОДДК, подогреватели газа ГПМ-ПТПГ-100, шаровые краны КШ-150/80, шкафы контроля и управления ШКУ ГРС и другое оборудование.

• 28 февраля 2007 г., Сызрань, ООО «Самаратрансгаз» — комиссией ОАО «Газпром» проведены приемочные испытания подогревателя газа ГПМ-ПТПГ-30М ТУ 3680-039-36214188-2002 с блоком управления БУПГ-24-3-У2 ТУ 4200-058-36214188-2004 в условиях компрессорной станции. Рекомендованы в серийное производство все типоразмеры подогревателей газа с аналогичной конструкцией, предусмотренные техническими условиями ТУ 3680-039-36214188-2002.

Вышеперечисленные события, наряду с сертификацией продукции и получением Разрешений Ростехнадзора на применение, документально узаконили возможность включения изделий завода «Газпроммаш» в реестр оборудования, разрешенного к применению на объектах ОАО «Газпром».

Однако, это лишь часть реализованных замыслов коллектива. В разных стадиях воплощения находятся новые разработки, которые в процессе конструирования рассматриваются и обсуждаются на тематических заседаниях секций Технического совета, объединяющего творческих работников предприятия. Кроме того, специалисты предприятия ведут проектные работы по привязке выпускаемого заводом оборудования к объектам, обеспечивают проведение шеф-монтажных, пусконаладочных работ и режимной наладки поставляемых изделий. С учетом все возрастающих объемов таких работ и их бесспорной актуальности, намечается создание на базе существующих подразделений НИОКР мощного инженерно-технического центра или проектного института.

В предлагаемом вашему вниманию сборнике, вы найдете материалы, накопленные специалистами завода «Газпроммаш» в процессе работ, связанных с созданием оборудования для газовой промышленности и его эксплуатацией. Авторы статей сборника будут признательны всем читателям за отзывы и критические замечания, которые следует направлять в приемную завода «Газпроммаш».

Телефон/факс: +7(8452) 961-333; 961-336; 961-337. электронная почта: GPM@renet.ru

ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ И ОБЪЕКТОВ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

(Доклад на конференции в рамках международной специализированной выставки «GAZ INDUSTRY» 14.12.2006 г., г. Оренбург)

Б. К. Ковалёв, зам. генерального директора по НИОКР

Завод «Газпроммаш» является производителем и поставщиком оборудования для газораспределительных сетей и для газотранспортных предприятий. Продукция завода хорошо известна российским потребителям газового оборудования, газовикам ближнего зарубежья, а также изготовителям аналогичных изделий в Германии, Италии, Сербии. В настоящее время творческих работников завода объединяет Технический совет, определяющий техническую политику предприятия. Основные принципы этой политики включают в себя следующее:

- все выпускаемые на заводе изделия только собственной разработки, значительная часть из них защищена патентами;
- все без исключения разработки новой продукции инициативные, ведутся за счет собственных средств;
- опытные образцы новых изделий в обязательном порядке проходят испытания не только в заводских условиях, но и на испытательном полигоне;
- значительная часть комплектующих изделий для выпускаемого оборудования изготавливается непосредственно на заводе. Наряду с этим, в изделиях завода используются самые современные комплектующие изделия отечественных и зарубежных производителей, требующие специализированного производства;

- предъявление заказчику крупногабаритной продукции производится, как правило, на территории завода. При необходимости, доработка и устранение замечаний заказчика осуществляется в заводских условиях до отгрузки оборудования на объект;
- конструкторы и технологи завода работают совместно, что позволяет максимально сократить время прохождения рабочей доку ментации и чертежей от идеи до воплощения в металле — от разработчика до производства;
- хорошо налаженная обратная связь с эксплуатирующими организациями обеспечивает не только своевременное гарантийное и послегарантийное сервисное обслуживание, но и совершенствование оборудования с учетом пожеланий заказчика;
- обязательным условием серийного выпуска на заводе является улучшение качества от изделия к изделию и постоянное повышение технического уровня продукции.

Эти принципы лежат в основе деятельности предприятия, и во многом благодаря им, завод имеет своих клиентов на рынке газового оборудования, отличающемся особой требовательностью и жесткой конкуренцией.

Завод «Газпроммаш» прошел несколько стадий в своем развитии.

На первом этапе были разработаны и поставлены на производство регуляторы давления газа различных модификаций для газорегуляторных пунктов, затем наступил период освоения производства самих газорегуляторных пунктов (шкафных и блочных) и пунктов учета расхода газа, а также входящих в их состав комплектующих изделий — шаровых кранов, предохранительных клапанов, газовых фильтров и т.д. Этот этап завершился значительным вкладом завода «Газпроммаш» в газификацию России и стран ближнего зарубежья. Различными регионами, в ходе выполнения федеральной программы «Газификация России», было востребовано большое количество газового оборудования производства завода «Газпроммаш». В связи с этим, проведена большая работа по расширению модифицированных рядов выпускаемого оборудования с одновременным его совершенствованием, поставлены на производство блочные котельные установки, повысилась надежность запорной арматуры за счет использования металлокерамических покрытий, получены сертификаты соответствия и разрешения Ростехнадзора на применение выпускаемой продукции. Все это позволило заводу «Газпроммаш» занять свою нишу среди поставщиков данного вида оборудования.

Следующим этапом была постановка на производство газового оборудования высокого давления: газораспределительные станции различных модификаций, подогреватели газа — прямого нагрева и с промежуточным теплоносителем, одоризационные установки нового поколения, блоки локальной автоматики и системы автоматического управления нефтегазовым оборудованием на современной элементной базе, регуляторы давления и шаровые краны на высокое давление. Изделия разработаны и поставлены на серийное производство в кратчайшие сроки, благодаря богатому опыту и знаниям специалистов завода «Газпроммаш».

Следует отметить, что практически вся продукция завода предназначена для работы на особо опасных объектах, поэтому к ее надежности, безопасности и качеству предъявляются повышенные требования. В связи с этим, типовые представители модифицированных рядов, помимо заводских и стендовых испытаний, в обязательном порядке подвергаются приемочным или эксплуатационным испытаниям и предъявляются комиссии ОАО «Газпром» с участием представителей Газнадзора и Ростехнадзора. Такие комиссии, организованные ОАО «Газпром», неоднократно отмечали высокий технический уровень и степень автоматизации изделий завода «Газпроммаш». Это отражено в материалах комиссий: по приемке подогревателя газа ГПМ-ПТПГ-30М (ООО «Югтрансгаз», г. Балашов, апрель 2003 г.); по приемке газораспределительной станции «ГРС ГАЗПРОММАШ-5» (ООО «Мострансгаз», г. Егорьевск, апрель 2004 г.); по приемке одоризатора газа ОДДК (ООО «Волготрансгаз», г. Пенза, март 2006 г.). Решением отраслевого совещания ОАО «Газпром» (г. Москва, декабрь 2004 г.) рекомендованы для применения в ОАО «Газпром», в числе прочих изделий, подогреватели газа и газораспределительные станции производства ООО Завод «Газпроммаш». Решением постоянно действующей комиссии по проведению испытаний запорно-регулирующей арматуры, применяемой на объектах ОАО «Газпром», рекомендован в производство шаровой кран КШ-150 и его модификации (г. Саратов, май 2006 г.).

В феврале 2006 г. на территории завода «Газпроммаш» проводилось организованное Управлением по транспортировке газа и газового конденсата совещание по вопросу применения подогревателей газа на объектах транспорта газа ОАО «Газпром». А в ноябре текущего года уже в Упртрансгазе прошло совещание, в рамках которого состоялась презентация продукции завода «Газпроммаш». Нам особенно приятно, что участники этих совещаний, в числе которых были представители ОАО

«Газпром», ДОАО «Оргэнергогаз», ООО «Газнадзор», ООО «Газком-плектимпэкс», газотранспортных обществ и проектных организаций, высоко оценили развивающееся производство завода «Газпроммаш», его возможности, квалификацию специалистов, а также уровень автоматизации и качество выпускаемой продукции. Особо были отмечены хорошие эксплуатационные характеристики оборудования, постоянно присутствующая новизна технических решений, непрерывный учет и анализ разработчиками предложений от представителей эксплуатирующих организаций. Данные мероприятия повысили интерес к изделиям завода, что в дальнейшем привело к дополнительному притоку заказов.

Сегодня наступает новый этап в истории завода «Газпроммаш». Перед коллективом стоят серьезные задачи, решение которых позволит перейти на качественно новый уровень Контакты с зарубежными фирмами RMG и Tartarini показывают, что газовое оборудование для климатических условий России и существующих форм обслуживания с учетом сформировавшихся цен логичнее производить в стране. Разумное соотношение «цена — качество» под силу выдержать только отечественным производителям.

С учетом вышесказанного, на предприятии помимо серийного выпуска поставленной на производство продукции обозначены следующие основные перспективные направления деятельности.

- 1. Опыт участия в проектных, монтажных и пусконаладочных работах, показывает, что на разных стадиях их выполнения, зачастую нарушена координация между отдельными фирмами–исполнителями. Это обстоятельство приводит к целому ряду нестыковок, а также к дублированию некоторых операций, особенно при проверках и различных видах испытаний оборудования на объекте. Оптимизировать процесс и сократить время ввода ГРС или ГРПБ в эксплуатацию вполне возможно, если проектирование, разработку, монтаж и пусконаладку ведет и координирует основной изготовитель оборудования. Завод «Газпроммаш» имеет все разрешительные документы на проведение таких работ, а его специалисты, участвуя в качестве субподрядчиков при их выполнении, приобрели необходимый опыт. Очевидно, настало время, когда весь комплекс указанных работ в пределах площадки ГРС (или ГРПБ) следует отдавать в одни руки изготовителям основного оборудования.
- 2. В европейских странах газораспределительные станции и газорегуляторные пункты эксплуатируют по единым нормативам и,

практически, не видят между ними различий. В России тоже можно было бы использовать такой подход и повысить входное давление газорегуляторных пунктов до 2,5 МПа. Завод «Газпроммаш» готов, при соответствующем решении, в порядке эксперимента, провести полный комплекс работ по газификации конкретного объекта, например — жилого поселка, с использованием таких газорегуляторных пунктов и с последующим всесторонним анализом полученных результатов.

- 3. Современные технологии позволяют строить автономные источники питания на различных видах оборудования. Однако нормативно-технические документы не позволяют в полном объеме воспользоваться этими достижениями на площадке ГРС или ГРПБ и полностью отказаться от линии электропередач. Специалисты завода «Газпроммаш» ведут работы в обозначенном направлении и намерены в 2007 г. обсудить некоторые результаты своей работы с представителями газотранспортных предприятий, газораспределительных сетей и органов Ростехнадзора.
- 4. Переговоры с представителями сербской фирмы «GasTeh» в октябре 2006г. позволяют надеяться, что в ближайшее время завод «Газпроммаш» поставит на производство регуляторы давления европейского уровня для газораспределительных станций и газорегуляторных пунктов, адаптированные к самым жестким условиям эксплуатации в регионах России, включая северные районы.
- 5. Завод «Газпроммаш» принимает участие в инициативной работе ООО «Волготрансгаз» по созданию комплексной, экологически чистой, системы одоризации газа и учета одоранта, обеспечивающей выполнение всех современных требований и нормативов, связанных с использованием одоранта на ГРС в условиях централизованного обслуживания.
- 6. Современная элементная база позволяет создавать компактные системы автоматического управления технологическими объектами (например, САУ ГРС (ГРПБ) или КС). При этом такая система может одновременно выполнять функции КП телемеханики и осуществлять информационный обмен с другими системами по согласованному протоколу. Специалисты завода «Газпроммаш» имеют богатый опыт по созданию подобных систем на базе различных современных контроллеров и готовы предложить заказчикам оптимизированный вариант САУ ГРС (ГРПБ), надежный и простой в обслуживании.
- 7. В случае выделения объекта для опытно-промышленной эксплуатации и предоставления технических требований к оборудованию,

завод «Газпроммаш» готов в короткий срок изготовить и поставить на приемочные испытания свой вариант блока подготовки газа для КС, учитывающий результаты анализа сильных и слабых сторон существующего оборудования.

Хотелось бы также обратить внимание на некоторое несовершенство размещения заказов при проведении тендерных торгов. В целом ряде случаев, заказчики, стремясь уменьшить затраты на приобретение оборудования, сталкиваются с поставками некомплектных изделий или приобретают оборудование с заведомо ухудшенными характеристиками. При крупных заказах зачастую неверно оцениваются реальные возможности производителя, что приводит к срыву сроков изготовления. К тому же на рынке газового оборудования выросла доля контрафактной продукции. Особенно возрастает риск при работе с посредником. В этой связи наши деловые партнеры должны знать: завод «Газпроммаш» способен освоить значительные объемы и при этом готов искать пути снижения любых расходов на изготовление оборудования, кроме тех, которые затрагивают надежность, безопасность и качество изделия.

Завод «Газпроммаш» прошел стадию становления, развил свои производственные мощности, собрал и воспитал достаточное количество специалистов, способных решать самые серьезные задачи. Введение в строй новых производственных мощностей требует планомерного увеличения объемов производства. В связи с этим, мы готовы рассмотреть любые заявки на изготовление газового оборудования. Обращаем Ваше внимание, что вы имеете уникальную возможность заказать у единого производителя полную гамму изделий, как для газораспределительных станций, так и для газового хозяйства. При формировании портфеля заказов, предпочтение по срокам изготовления отдается клиентам, сориентированным на регулярные поставки, позволяющие планировать своевременную закупку материалов и комплектующих изделий. Кроме того, специалисты завода примут к исполнению заявки на создание отдельных новых видов или модификаций оборудования по техническим требованиям заказчика.



Монтаж узлов и блоков газораспределительной станции



Идет сборка блочного газорегуляторного пункта



Приднестровье. Станция «ГРС Газпроммаш-50»



Участники совещания ОАО «Газпром» знакомятся с продукцией завода «Газпроммаш»

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОНАДЕЖНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ АГРС

- Р. Е. Агабабян, генеральный директор
- Б. К. Ковалёв, зам. генерального директора по НИОКР
- Л. Ф. Шестипёрстов, зам. генерального директора по проектным работам

Анализ материалов различных научно-практических конференций и производственных совещаний, связанных с эксплуатацией, диагностикой, ремонтом, проектированием и изготовлением газораспределительных станций магистральных газопроводов, показывает, что приводить морально устаревшее оборудование действующих ГРС в соответствие существующим и вновь вводимым нормативнотехническим документам становится все труднее и дороже. Появление нового современного оборудования и резкое улучшение элементной базы для создания автоматизированных систем управления открывает широкие возможности совершенствования автоматизированных газораспределительных станций. В этой связи наработки специалистов завода «Газпроммаш» позволяют говорить о необходимости обобщения имеющихся результатов и выработки на их основе «Концепции создания новейшей высоконадежной, экологически чистой, автоматизированной ГРС». В общем виде можно рассмотреть следующие необходимые требования к оборудованию подобной газораспределительной станции:

- 1. Все оборудование ГРС должно полноценно обеспечивать функционирование в условиях централизованного обслуживания.
- 2. Основу узла редуцирования должны составлять регуляторы давления, рассчитанные на безотказную работу в любых климатических зонах России, включая районы крайнего севера (Тмин.= 60 °C). Эти

регуляторы должны также обеспечивать устойчивую работу ГРС при минимальных расходах газа, близких к нулю.

- 3. Узел переключений должен оснащаться новыми шаровыми кранами, обладающими повышенной износостойкостью и укомплектованными надежными приводами, работающими без выбросов вредных веществ в атмосферу.
- 4. Для передавливания конденсата и одоранта из емкости в емкость, а также для продувки трубопроводов ГРС должен использоваться азот.
- 5. В качестве емкости для хранения одоранта должна применяться двухстенная емкость с внутренним сосудом из корозионно-стойкой стали, размещаемая в специальном блок-боксе (отсеке) или устанавливаемая подземно.
- 6. Обвязка импульсных линий и одоризационных установок должна выполняться из корозионно-стойких сталей, на базе стандартных элементов обвязки, поставляемых фирмами «Swagelok», «Parker», «Hamlet» или с использованием аналогичных изделий других производителей, не уступающих по качеству.
- 7. Система одоризации газа должна отвечать всем современным нормам, включая требования экологии в отношении утилизации отходов производства и демонтированных частей оборудования, побывавших в прямом контакте с одорантом. Весь одорант на ГРС должен тщательно учитываться, а информация о его количестве и расходе должна передаваться на верхний уровень управления.
- 8. Узлы очистки газа должны обеспечивать полное отделение капельной влаги и тонкость очистки от механических примесей не хуже 10 мкм.
- 9. Система автоматического управления ГРС должна иметь современную элементную базу и обеспечивать полный объем информационных, управляющих, диагностических функций, а также осуществлять связь с системами верхнего уровня. Кроме того, САУ ГРС должна интегрироваться с действующими системами телемеханики и производить информационный обмен с диспетчерским пунктом. Считывание необходимой информации и управление станцией в объеме, доступном оператору, должно быть простым и удобным.
- 10. Подогрев газа должен быть оптимальным, при этом температура газа на выходе подогревателя газа не должна отклоняться более чем на $\pm 2^{\circ}$ С от требуемого в реальности значения.
 - 11. Подогреватели газа должны подвергаться режимной наладке в

реальных условиях эксплуатации.

- 12. АГРС должна оснащаться системой электроснабжения с обеспечением гарантированной категории надежности для каждой группы потребителей и с комплектацией ГРС автономным источником питания необходимой мощности.
- 13. В европейских странах газораспределительные станции и газорегуляторные пункты эксплуатируют по единым нормативам и, практически не видят между ними различий. В России, при соответствующем решении, можно было бы тоже использовать такой подход и повысить входное давление газорегуляторных пунктов до 2,5 МПа.
- 14. В целях сокращения сроков ввода АГРС в эксплуатацию, а также для повышения качества всех видов работ, связанных с проектированием; изготовлением; испытаниями; монтажом; предпусковой, пусковой и режимной наладкой оборудования, целесообразно в качестве генерального подрядчика на проведение комплекса вышеперечисленных работ привлекать производителя основного оборудования ГРС.

Завод «Газпроммаш» готов на одном из объектов ОАО «Газпром» выполнить весь комплекс работ от проектирования до запуска в эксплуатацию автоматизированной ГРС, полностью соответствующей вышеперечисленным требованиям, а также, в порядке эксперимента, газифицировать конкретный объект (например, жилой поселок) с использованием газорегуляторных пунктов на входное давление 2,5 МПа. Эти предложения были доведены до представителей Управления по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром» на совещании по вопросу номенклатуры и качества продукции, выпускаемой ООО Завод «Газпроммаш», и зафиксированы в итоговом протоколе совещания, утвержденном заместителем начальника Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа А.З. Шайхутдиновым. В процессе выполнения обозначенной задачи специалисты завода «Газпроммаш» попытаются решить и некоторые другие актуальные проблемы, например, непрерывный контроль качества одорирования газа непосредственно на газорегуляторном пункте. При составлении технического задания на проведение указанного комплекса работ, могут быть рассмотрены также дополнительные предложения и пожелания, вписывающиеся в предлагаемую Концепцию.



ПОДОГРЕВАТЕЛИ ГАЗА С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

Н. М. Соловьёва, главный специалист по нефтегазовому оборудованию П. В. Хворостян, инженер-конструктор 2 категории

В составе технологического оборудования газораспределительных станций (ГРС), компрессорных станций (КС) присутствуют подогреватели, предназначенные для подогрева газа перед дросселированием.

При понижении давления газа происходит понижение его температуры (эффект Джоуля-Томсона). При этом возникает нестабильная работа регуляторов давления газа, узлов учёта, арматуры, загидрачивание газопроводов.

Для борьбы с этими негативными явлениями широко применяются подогреватели газа с промежуточным теплоносителем.

Наибольшее применение получил подогреватель газа типа ГПМ-ПТПГ-30М, основные технические данные которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Ед. измерения	Значение
1. Номинальная теплопроизводительность	МВт (Гкал/ч)	1,08 (0,93)
2. Производительность по подогреваемому газу	нм /ч	30 000
3. Температура подогреваемого газа на входе в подогреватель, не ниже	K(°C)	253 (минус 20)
4. Максимально допустимая температура подогреваемого газа на выходе из подогревателя	K(°C)	343 (70)
5. Номинальный расход топливного газа при низшей тплоте сгорания 8 000 ккал/м)	нм /ч	110

Конструктивно подогреватель представляет собой горизонтальный цилиндрический корпус, заполненный жидким промежуточным теплоносителем. В нижней части корпуса располагается теплогенертор, состоящий из жаровой трубы, соединённой пучком дымогарных труб с поворотным коробом, в свою очередь сообщающимся с дымовой трубой. Жаровая труба оснащена горелочным устройством. В верхней части корпуса расположен теплообменник.

Работа подогревателя осуществляется следующим образом:

В горелочных устройствах сжигается энергоноситель. Образовавшиеся продукты сгорания проходят последовательно жаровую трубу и дымогарные трубы, где передают своё тепло промежуточному теплоносителю, после чего эвакуируются через дымовые трубы. Нагревшийся промежуточный теплоноситель передаёт тепло подогреваемому газу через стенки труб теплообменника.

Выполненным анализом фактических данных работы подогревателей газа на действующих ГРС и КС в различных регионах России установлено:

- 1. Разность температур входа-выхода подогреваемого газа не соответствовала проектным значениям, равным 70 °C. Температура поддерживалась равной значениям, необходимым для компенсации потерь тепла при редуцировании газа и в подавляющем числе случаев составляла не более 25 °C. Соответственно, номинальная теплопроизводительность подогревателя использовалась не более, чем на 30—40%.
- 2. Производительность по подогреваемому газу колебалась от 2 000 нм⊠/ч до 30 000 нм⊠/ч. Однако, даже при производительности 30 000 нм /ч, нагрев газа производился не более, чем на 25 °C, следовательно, невостребованной оставалась также более половины номинальной теплопроизводительности.
- 3. На подогревателях, работающих на низких нагрузках, наблюдалось обильное выпадение конденсата, подогреватели работали на запальнике, с выключенной основной горелкой, что является нарушением правил промышленной безопасности.

Кроме того, работа газовых горелок на низких режимах, ниже паспортных в 10—15 раз, приводила к нестабильной работе горелок, пульсации факела, большой потере тепла от химической неполноты сгорания. Учитывая эти факторы, ГОСТ 21204-97 «Горелки газовые промышленные» предусматривает защитное отключение горелок при отклонении давления газа перед ними на 30% ниже или выше номинального значения, что при эксплуатации подогревателей не выдержи-

вается.

Причинами, объясняющими сложившуюся ситуацию, на наш взгляд, являются:

- 1. Основным параметром работы ГРС, КС является их пропускная способность. Соответственно, проектными организациями при подборе подогревателей газа для использования в составе ГРС, КС, за основу принимается соответствие их пропускной способности параметрам ГРС, КС. При этом, теплопроизводительность подогревателя при работе в реальных условиях, как правило, не проверялась, при подборе оборудования не учитывалась.
- 2. Фактическая загрузка ГРС намного ниже проектной. Технические условия на проектирование объектов выдавались с учётом перспективы роста потребления газа, что в условиях экономического спада не выполнялось. Сезонные, суточные колебания производительности приводили к тому, что фактическая производительность ГРС составляла не более 40—50% от проектных значений.
- 3. Длительное время основным, а практически единственным подогревателем газа являлся по догреватель производительностью 30 000 нм /ч, который применялся практически на всех необхо димых режимах. Только в последние два года нашим предприятием поставлены на серийное производство подогреватели газа ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15M, производительностью соответственно, 5 000 нм /ч, 10 000 нм /ч, 15 000 нм /ч.

Специалистами завода «Газпроммаш» выполнены расчёты, характеризующие работу подогревателей газа типа ПТПГ-30М во всём диапазоне эксплуатационных нагрузок.

Расчётами установлено следующее.

1. Дымовые газы, образующиеся в результате сгорания природного газа по ГОСТ 5542, конденсируются при температуре (точке росы), равной 55-60 °C, которая, в свою очередь, зависит от коэффициента избытка воздуха при работе горелок.

В результате режимной наладки горелки подогревателей настраиваются на работу с избытком воздуха 1,1, соответственно, температураточки росы в дальнейших расчётах принимается равной 60 °С.

Учитывая, что для стабильной работы подогревателя (исключения зависимости от погодных условий) температура уходящих дымовых газов должна быть выше точки росы на 10 °C, в дальнейшем считаем, что для исключения выпадения конденсата температура дымовых газов в пределах подогревателя не должна быть ниже 70 °C.

2. В таблице 2, а также на графиках 1, 2 приведёны результаты тепловых расчётов по догревателя газа ГПМ-ПТПГ-30М для производительностей по подогреваемому газу в диапазоне 1 000—30 000 нм⊠/ч при коэффициенте избытка воздуха на горелке, равном 1,1.

Таблица 2

13.y		кал/ч	ю, нм /ч		мая Х	Темпера газов, °С	атура ды	мовых
Производительность по подогреваемиму газу нм /ч	Перепад температур на входе-выходе из подогревателя, °C	Тепловая мощность, Гкал/ч	Расход топливного газа, нм	Точка росы, °С	Минимально допустимая температура дымовых газов, °C	На выходе из жаровой трубы	На входе в дымовую трубу	На выходе из дымовой трубы
			Проек	тные зна	чения			
30 000	70	0,93	110	60	70	1 140	275	264
		Факт	ические	данные з	ксплуата	ции		
30 000	30	0,35	47,39	60	70	708	267	249
15 000	30	0,175	23,03	60	70	448	185	159
12 500	30	0,146	19,11	60	70	394	165	137
10 000	30	0,117	15,33	60	70	330	155	123
9 000	30	0,105	13,77	60	70	284	141	108
8 000	30	0,093	12,24	60	70	251	128	93
7 000	30	0,082	10,71	60	70	235	114	76
6 000	30	0,07	9,22	60	70	207	104	63
5 000	30	0,058	7,76	60	70	192	96	51
4 000	30	0,047	6,28	60	70	155	80	30
3 000	30	0,035	4,84	60	70	128	69	11
2 000	30	0,023	3,39	60	70	75	47	7
1 000	30	0,012	1,99	60	70	52	38	5

Видно, что при производительности до 3 000 нмМ/ч выделение конденсата происходит в дымогарных трубах, причем, до 1 000 нм /ч конденсат выделяется даже в жаровой трубе.

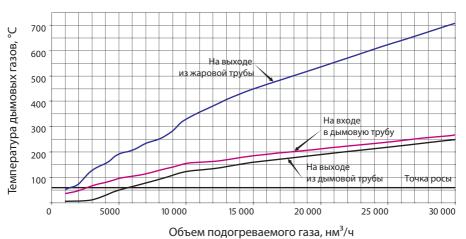
При производительности от 4 000 до 6 000 нм /ч выделение конденсата происходит на входе в дымовую трубу и непосредственно в ней.

Объём выделяющегося конденсата не менее 4,8 кг/ч. На режимах от 1 000 до 5 000 нм /ч расход топливного газа равен от 2 до 8 нм /ч. Номинальный расход топливного газа на запальную горелку составляет 7 нм /ч. Следовательно, до режима 5 000 нм /ч подогреватель работает при выключенной основной горелке, исключительно на запальнике. Нижний предел производительности запальной горелки, при котором сохраняется её устойчивая работа, в соответствии с требованиями ГОСТ 21204, составляет 5,0 нм /ч.

На режимах от 5 000 до 7 000 нм /ч выделение конденсата происходит в дымовой трубе, максимальное его количество равно 17,6 кг/ч.

На этих режимах требуется работа основной горелки, которая включается, однако, работает также в недопустимом по ГОСТ 21204 режиме.

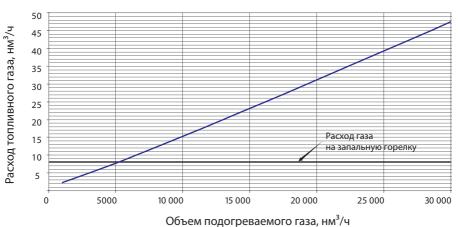
График 1. Зависимость температуры дымовых газов от объема подогреваемого газа при Δt =30 °C для подогревателя газа ГПМ-ПТПГ-30М



На режиме от 7 000 нм /ч до 12 500 нм /ч (разность температур входа — выхода подогреваемого газа 30 °С, коэффициент избытка воздуха 1,1) подогреватель работает с включёнными основной и запальной горелками, без выделения конденсата, однако, основная горелка продолжает работать в не допустимом по ГОСТ 21204 режиме.

Специалистами завода «Газпроммаш» проведена большая работа, направленная на расширение диапазона производительностей, в котором обеспечивается стабильная устойчивая работа горелки подогревателя. Нижнее значение этого диапазона составляет 25 м /ч. Соответственно, использование этих горелок позволяет обеспечить надёжную работу подогревателя в диапазоне производительностей от 15 000 до 30 000 нм⊠/ч даже в случае перепада температур входа-выхода газа из подогревателя 30 °C.

График 2. Зависимость расхода топливного газа от объема подогреваемого газа при Δt =30 °C для подогревателя газаГПМ-ПТПГ-30М



Подогреватели газа различных производителей разработаны на одинаковые технические требования (тепловая мощность 1,0 МВт).

Фактические показатели работы подогревателей в составе ГРС, КС требуют не более 40% имеющейся тепловой мощности. Соответственно, практически все подогреватели работают с изложенными выше недостатками.

Некоторые производители для улучшения работы подогревателей на низких режимах исполь зуют дискретное регулирование (автоматическое включение-выключение основной горелки при непрерывной работе запальной горелки).

Однако, самые неблагоприятные режимы присутствуют при режимах до 5 000 нм /ч, для обеспечения которых достаточно работы одной запальной горелки.

Следовательно, все негативные явления сохраняются.

Другие производители в стремлении улучшить работу подогревателя на низких режимах, при введении дискретного регулирования исключают работу как основной, так и запальной горелок, чем достигают ожидаемый эффект. Однако при этом нарушаются правила промышленной безопасности ПБ 12-529-03, которыми предписывается обязательное оснащение горелок мощностью свыше 0,4 МВт запальной горелкой, обеспечивающей факел у основной горелки в режиме розжига, а также на всех режимах работы подогревателя.

выводы:

1. Оптимальный режим работы подогревателей газа ПТПГ-30М находится в диапазоне производительностей по подогреваемому газу от 15 000 до 30 000 нм⊠/ч и тепловой мощности не менее 50% от номинальной.

При меньшей требуемой теплопроизводительности следует применять подогреватели газа ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15М.

- 2. При работах по модернизации, либо разработке новых современных конструкций подогревателей, предназначенных для замены широко распространённых подогревателей производительностью 30 000 нм /ч, следует ориентироваться на реально необходимые исходные технические данные:
 - производительность по подогреваемому газу не более 25 000 нм /ч;
- разность температур на входе выходе из подогревателя не более $45\,^{\circ}\mathrm{C};$
 - теплопроизводительность подогревателя 0,5 Гкал/ч.



Первый подогреватель газа производства завода «Газпроммаш» на объекте. г. Балашов



Приемочные испытания подогревателя газа ГПМ-ПТПГ-30М в условиях компрессорной станции. г. Сызрань

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГАЗА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ ГРС, КС

Р. Е. Агабабян, генеральный директор

Н. М. Соловьёва, главный специалист по нефтегазовому оборудованию

П. В. Хворостян, инженер-конструктор 2 категории

Данная работа выполнена в соответствии с решением совещания по вопросу применения подогревателей газа на объектах транспорта газа ОАО «Газпром», утверждённым начальником Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» Б. В. Будзуляком 20 марта 2006 года.

При использовании в системах подготовки и транспорта природного газа теплоиспользующих установок одним из ключевых вопросов является экономия расхода газа на собственные нужды, для обеспечения которой требуется тщательный расчёт, подбор необходимого количества подогревателей газа определённых типов и организация их работы в номинальных режимах, с достижением наивысших значений КПД.

В составе технологического оборудования газораспределительных станций (ГРС) и компрессорных станций (КС) присутствуют подогреватели газа с промежуточным теплоносителем, предназначенные для подогрева газа перед редуцированием.

Одним из основных параметров работы ГРС, КС является их пропускная способность. Соответственно, проектными организациями при подборе подогревателей газа для использования в составе ГРС, КС, за основу принимается соответствие их пропускной способности параметрам ГРС, КС. При этом, реальная теплопроизводительность подогревателей, как правило, не учитывается.

Фактическая загрузка ГРС порой на порядок ниже проектной (отражаются последствия экономического спада). В результате подогреватели газа работают на режимах, в 8—10 раз ниже проектных, что отрицательно отражается на их функциях (обильное конденсато образование, ненадёжная работа горелок, отказы в работе системы автоматизации).

Эксплуатирующие организации вынуждены использовать при нагреве газа метод смешения, заключающийся в том, что нагреву подвергается лишь часть газа, разогреваемая до значительной температуры (чтобы подогреватели работали в номинальных режимах), после чего горячий газ смешивается с холодным и смесь приобретает необходимую для предотвращения гидратообразования температуру.

Однако, на сегодняшний день отсутствуют отработанные методики для корректного решения данной технологической задачи.

Рекомендации по подбору подогревателей газа для использования в составе ГРС, КС имеют целью оказание помощи проектным и эксплуатирующим организациям в решении перечисленных задач.

ВВЕДЕНИЕ

Технические данные серийных подогревателей газа производства OOO Завод «Газпроммаш» приведены в таблице 1.

При выполнении расчётов количество и тип подогревателей газа определялось, исходя из значений температуры газа на выходе из ГРС — не ниже -10 °C, а на пучинистых грунтах — не ниже 0 °C.

ПОДБОР ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГАЗА ДЛЯ ГРС, КС С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШЕНИЯ

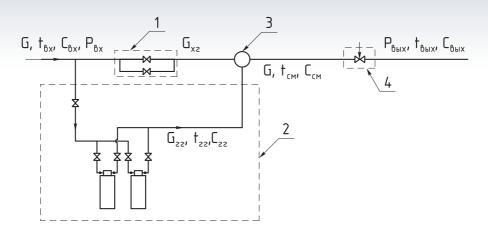
Наиболее часто при подогреве газа на ГРС, либо КС различной производительности используется технология смешения, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.

Поступающий на ГРС, КС газ с помощью регулирующих клапанов делится на два потока, один из которых направляется в подогреватели газа, где нагревается до заданной температуры. Оставшийся поток холодного газа смешивается в смесителях, либо непосредственно в газопроводе с горячим газом, поступающим после на грева в подогревателях. Смесь газа на правляется для снижения давления в узел редуцирования.

Таблица 1. Основные параметры и характеристики подогревателей газа с промежуточным теплоносителем производства ООО «Газпроммаш»

			Значение по тип	Значение по типам или использованиям	W	
Наименование показателя	FINM-ITTIF-5 FINM-ITTIF-5-01	ГПМ-ПТПГ-10 ГПМ-ПТПГ-10-01	ГПМ-ПТПГ-15М ГПМ-ПТПГ-15М-01	ГПМ-ПТП-30М ГПМ-ПТП-30М-01	ГПМ-ПТП-30М-02 ГПМ-ПТП-30М- 02-01	ГПМ-ПТПГ-100 ГПМ-ПТПГ-100-01
1. Номинальная теплопроизводительность, МВт (Гкал/ч)	0,17 (0,145)	0,3 (0,258)	0,5 (0,435)	1,08 (0,93)	1,08 (0,93)	2,7 (2,32)
2. Коэффициент полезного действия, %, не менее				82		
3. Диапазон производительностей по подогреваемому газу, ни [/] Ч	2 000–5 000	4 000-10 000	6 000–15 000	15 000-	15 000-30 000	30 000-100 000
4. Нагреваемая среда			Природный	Природный газ по ГОСТ 5542-87		
5. Температура подогреваемого газа на входе в подогреватель, К (°C), не ниже			253 (минус 20)			263 (минус 10)
6. Максимально допустимая температура подогреваемого газа на выходе из подогревателя, К (°C)			34	343 (плюс 70)		
7. Перепад температуры на вкоде и выходе из подогревателя в номинальном режиме, К (°C), не более			70			09
8. Давление в трубном пучке, МПа (ктс/см) — рабочее, не более — пробное гидравлическое			7,5 (75) 11,5 (115)		10,0 (100) 13 (130)	7,5 (75) 11,5 (115)
9. Номинальный расход топливного газа при ${\rm Q}^{\mu}_p = \! 8000$ ккал/ч), нм ,ч, не более	22	36	99	; -	110	320
10. Топливо			Природный	Природный газ по ГОСТ 5542-87		
11. Греющая среда (промежуточный теплоноситель)			Водный раст	Водный раствор диэтиленгликоля		
12. Габаритные размеры без дымохода и свеч (длина/ширина/высота), мм, не более	3 800 1 800 2 200	4 800 1 780 2 150	5 790 1 780 2 150	67 2 5 2 8	6 700 2 550 2 800	9 700 2 800 3 300
13. Масса подогревателей (без промежуточного пеплоносителя), кг, не более	3 700	4 2 0 0	2 000	10 600	11 600	22 000

Рисунок 1.



На рисунке 1 приведены следующие обозначения:

- 1 узел переключения,
- 2 узел подогрева газа,
- 3 сместитель,
- 4 узел редуцирования

 $G_{\rm rr}$ — расход горячего газа, подаваемого на смешение, нм /ч;

 G_{xr} — расход холод ного газа, подаваемого на смешение, нм /ч;

G — расход газа на входе в ГРС, КС; нм /ч;

 C_{rr} , C_{bx} — теплоемкости горячего, холодного газа, ккал/(м \cdot °C);

 C_{cm} — теплоемкость смеси горячего с холодным газом, ккал/(м \cdot C);

 $C_{\text{вых}}$ — теплоемкость газа на выходе из узла редуцирования, ккал/(м \cdot °C);

 \mathbf{t}_{rr} — температура горячего газа, °C;

 $\mathbf{t}_{\scriptscriptstyle{\mathbf{BX}}}$ — температура газа на входе в ГРС, °С;

 ${\bf t}_{\sf cm}$ — температура смеси горячего с холодным газом, °C;

 $\mathbf{P}_{\mathtt{Bx}}$ — давление газа на входе в узел редуцирования МПа;

 $\mathbf{P}_{\scriptscriptstyle \mathrm{BMX}}$ — давление газа на выходе из узла редуцирования, МПа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА НА ВХОДЕ В УЗЕЛ РЕДУЦИРОВАНИЯ

Снижение температуры природного газа в процессе редуцирования известно как «эффект Джоуля-Томсона» [3]. При снижении давления газа на 1 МПа происходит снижение его температуры на 5 °С. Снижение температуры газа при понижении давления от $P_{\rm Bx}$ до $P_{\rm Bhix}$ (перепад давлений выбирается максимальным) определяем по формуле:

$$\Delta t_{\text{per}} = (P_{\text{BX}} - P_{\text{BMX}}) \cdot 5, \, ^{\circ}C \tag{1}$$

 $\Delta t_{
m peg}$ — снижение температуры газа в процессе редуцирования, °C;

 ${f P}_{{f B}{f x}}$ — давление газа на входе в ГРС, МПа;

 $\mathbf{P}_{\scriptscriptstyle \mathrm{BMX}}$ — давление газа на выходе из узла редуцирования ГРС, МПа.

В случае, если температура газа после узла редуцирования должна быть выше, чем на входе в ГРС на величину Δt (исходные данные Заказчика), в дальнейших расчётах принимаем:

$$\mathbf{t}_{\text{BMX}} = \mathbf{t}_{\text{BX}} + \Delta \mathbf{t} \,,\,^{\circ} \mathbf{C} \tag{2}$$

 $\mathbf{t}_{\scriptscriptstyle \mathrm{BMX}}$ — температура газа на входе в ГРС;

 ${f t}_{\scriptscriptstyle
m BMX}$ — температура газа на выходе из узла редуцирования.

Температуру газа на входе в узел редуцирования определяем по формуле:

$$\mathbf{t}_{\rm cm} = \mathbf{t}_{\rm BMX} + \Delta \mathbf{t}_{\rm per} \tag{3}$$

 $\mathbf{t}_{\scriptscriptstyle\mathsf{CM}}$ — температура смеси горячего и холодного газа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГАЗА, НАПРАВЛЯЕМОГО НА ПОДОГРЕВ

Для определения количества газа, направляемого на подогрев в подогреватели газа составляем уравнение теплового баланса:

$$G_{rr} \cdot t_{rr} \cdot C_{rr} + G_{xr} \cdot t_{bx} \cdot C_{bx} = G \cdot t_{cm} \cdot C_{cm}$$
, ккал/ч (4)

 ${f G}_{rr}$ — расход горячего газа, подаваемого на смешение, нм ${f I}/{f u};$

 \mathbf{G}_{xr} — расход холодного газа, подаваемого на смешение, нм I/u ;

G — расход газа на входе в ГРС; нмI/u;

 C_{rr} , C_{bx} — теплоемкости горячего, холодного газа, ккал/(мі · °С);

 C_{cm} — теплоемкость смеси горячего с холодным газом, ккал/(мі · °С);

 \mathbf{t}_{rr} — температура горячего газа, °C;

 $\mathbf{t}_{\scriptscriptstyle \mathsf{CM}}$ — температура газа на входе в ГРС, °С;

 ${f t}_{\scriptscriptstyle{\sf CM}}$ — температура смеси горячего с холодным газом, °C.

РАСХОД ХОЛОДНОГО ГАЗА

Учитывая, что

$$G_{xr} = G - G_{rr}, \text{ HM } / \text{Y}$$
 (5)

а также упрощая уравнение, получаем:

$$G_{RX} = G \cdot (t_{CM} \cdot C_{CM} - t_{RX} \cdot C_{RX}) / (t_{RX} \cdot C_{TT} - t_{RX} \cdot C_{RX})$$

$$(6)$$

Полученное уравнение устанавливает зависимость расхода газа, направляемого на подогрев в подогреватели газа от температуры его нагрева (температуры газа на выходе из подогревателя).

Задаваясь температурой горячего газа (на выходе из подогревателей), определяем по формуле 6 расход газа, направляемого на подогрев.

Рекомендуется принимать температуру газа на выходе из подогревателей равной:

$$\mathbf{t}_{rr} = \mathbf{t}_{xr} + \Delta \mathbf{t}_{nog} \cdot \mathbf{K} \tag{7}$$

 $\Delta t_{\rm noq}$ — перепад температур на входе-выходе из подогревателей в номинальном режиме, °C. Принимается в соответствии с данными таблицы 1. ${\bf K}$ — коэффициент, учитывающий колебания загрузки подогревателя. Принимается равным 0,7.

ВЫБОР ТИПА И КОЛИЧЕСТВА ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГАЗА

По полученному расходу подогреваемого газа выбираем тип и количество подогревателей газа по формулам:

— при использовании подогревателей газа одного типа

$$\mathbf{n} = \mathbf{G}_{rr} / \mathbf{G}_{non} \cdot \mathbf{K}_1 \tag{8}$$

n — количество подогревателей;

 ${f G}_{{f nog}}$ — производительность подогревателя, нм³/ч (принимается из таблицы 1);

 K_1 — коэффициент, учитывающий сезонные, суточные изменения производительности ГРС, КС. Принимается равным 0,9.

— при использовании подогревателей газа различного типа
$$\mathbf{n_1} = \mathbf{G_{rr}}/(\mathbf{G_{non.1}} + \mathbf{G_{non.2}}) \cdot \mathbf{K_1}$$
 (9)

 $\mathbf{n_1}$ — количество подогревателей разного типа;

 $G_{\text{под},1}$ — производительность подогревателя одного типа, нм 3 /ч, (принимается из таблицы 1);

 $G_{
m nog,2}$ — производительность подогревателя другого типа, нм 3 /ч (принимается из таблицы 1).

Резерв мощности, как правило, не требуется, так как сезонные колебания нагрузок позволяют выполнить планово-предупредительный, либо текущий ремонт подогревателей в летнее время года. Вместе с тем, окончательное решение о необходимости резервирования тепловой мощности принимает Заказчик.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНОЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ВЫБРАННЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГАЗА

Полезная тепловая мощность выбранных подогревателей газа определяется по [2]

$$Q_{II} = G_{II} \cdot (C_{II} \cdot t_{II} - C_{BX} \cdot t_{BX}), \, \text{ккал/ч}$$
(10)

Полученное значение тепловой мощности позволяет проверить правильность выбора подогревателей газа и оценить, используя данные таблицы 1, режимы его работы в реальных условиях эксплуатации.

При выполнении ориентировочных расчётов полезную тепловую мощность выбранных подогревателей газа Q_{π} при различных перепадах температур на входе-выходе из подогревателя допускается определять, используя зависимости, приведённые на рисунках 2, 3, 4.

Графики зависимости тепловой мощности от расхода подогреваемого газа при различных перепадах температур Δt на входе и выходе из подогревателей газа.

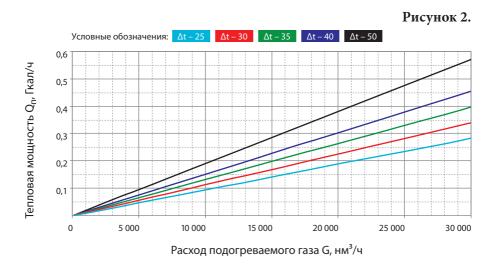
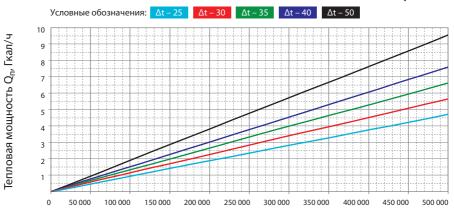


Рисунок 3.







Расход подогреваемого газа G, ${\rm Hm}^3/{\rm 4}$

ПРОВЕРКА СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПОДОГРЕВАЕМОГО ГАЗА В ТЕПЛООБМЕННИКАХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Для выбранного количества и типа подогревателей необходимо провести проверку скоростей подогреваемого газа в теплообменниках.

В таблице 1 приведёны технические данные подогревателей при рабочем давлении, равном 7,5 МПа (для подогревателей типа ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15М, ГПМ-ПТПГ-30М, ГПМ-ПТПГ-100), также 10 МПа (для подогревателя ГПМ-ПТПГ-30М-02).

При этом по трубкам теплообменника протекает газ в сжатом состоянии.

Фактические значения давления подогреваемого газа при эксплуатации подогревателей могут отличаются от указанных, при этом снижение давления приводит к увеличению объёма и, как следствие, увеличению скорости газа в трубном пучке теплообменника.

Скорость движения газа в теплообменнике определяется по формуле:

$$W_{r} = G_{pa6} / f, M/c$$
 (11)

 W_r — скорость движения газа в теплообменнике м/с;

G_{раб} — расход газа в рабочих условиях, м /с;

f — проходное сечение теплообменника, м².

Для определения расхода газа в рабочих условиях $G_{\text{раб}}$ составим уравнение: [3]

$$P_{HV} \cdot G^{1,4}/T_{HV} = P_{BX} \cdot G^{1,4}_{pa6} / T_{cp}$$
 (12)

 $P_{\text{ну}}$ =0,1 МПа — давление газа в нормальных условиях; [5] $T_{\text{ну}}$ =293,15 К — температура газа в нормальных условиях; [5]

$$T_{cp} = (t_{rr} + t_{bx}) / 2 + 273$$
 — средняя температура газа в рабочих условиях, К. (13)

G — расход подогреваемого газа через один подогреватель, нм $\ \ /$ ч

Преобразуя [12], получаем формулу для определения расхода газа в рабочих условиях:

$$\mathbf{G_{pa6}} = \sqrt[1.4]{\frac{\left(P_{ny} \cdot G^{1,4} \cdot T_{cp}\right)}{\left(T_{ny} \cdot P_{ex}\right)}, \mathbf{M} / \mathbf{q}}$$
(14)

Для выражения расхода газа в секунду времени, разделим полученное значение G_{pa6} на 3600.

Проходное сечение теплообменника, f, m^2 принимаем из теплового расчёта подогревателей равным:

- для подогревателя ГПМ-ПТПГ-100 $f = 0.0243 \text{ м}^2$;
- для подогревателя ГПМ-ПТПГ-30M $f = 0.0123 \text{ м}^2$;
- для подогревателей ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15М f=0,0052 M2.

Результаты расчетов скорости газа в теплообменниках при различных значениях давления и расхода подогреваемого газа представлены:

- для подогревателя ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15М на рисунке 5;
- для подогревателя ГПМ-ПТПГ-30М, ГПМ-ПТПГ-30М-02 на рисунке 6;
- для подогревателя ГПМ-ПТПГ-100 на рисунке 7.

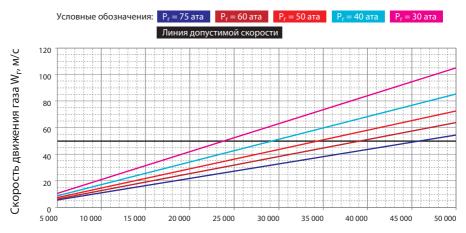
Скорость движения газа в теплообменниках не должна быть выше $45-50\ \mathrm{m/c}$. [1]

В случае, если скорость газа в теплообменнике превышает допустимое значение, необходимо снижать расход газа через теплообменник путём увеличения количества подогревателей.

Рисунок 5. График зависимости скорости движения W_r подогреваемого газа в теплообменнике ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15М от расхода G и давления P_r



Рисунок 6. График зависимости скорости движения W_r подогреваемого газа в теплообменнике ГПМ-ПТПГ-30М, ГПМ-ПТПГ-30М-02 от расхода G и давления P_r



Расход подогреваемого газа G, нм³/ч

Рисунок 7. График зависимости скорости движения $W_{\rm r}$ подогреваемого газа в теплообменнике ГПМ-ПТПГ-100 от расхода G и давления $P_{\rm r}$

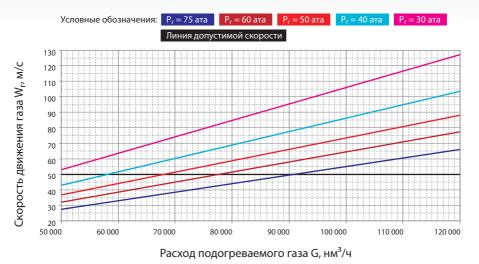


Рисунок 8. Зависимость теплоемкости от температуры 0,395 0,39 Теплоемкость, ккал/ $(m^3 \, ^{\circ}C)$ 0,385 0,38 0,375 0,37 0,365 0 30 50 -20 -10 10 20 40 70 80 90 100 Температура, °С

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЁМКОСТИ ГАЗА

Основным компонентом природного газа [4] является метан, что позволяет в расчётах принимать теплоёмкость природного газа равной теплоёмкости метана.

Зависимость теплоёмкости метана от температуры представлена на графике, представленном на рисунке 8 [2], пользуясь которым можно определять теплоёмкость метана при различных температурах.

ПРИМЕР ПОДБОРА ТИПА И КОЛИЧЕСТВА ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СХЕМЫ СМЕШЕНИЯ

1. Исходные данные.

Расход газа G =100 000 нм /ч

Давление газа на входе в узел редуцирования $P_{\text{вх}} = 5,5 \text{ M}\Pi a$ Давление газа на выходе из узла редуцирования $P_{\text{вых}} = 1,2 \text{ M}\Pi a$ Температура холодного газа на входе в узел редуцирования

 $t_{\text{вх}}$ = минус 8°C

Температура холодного газа на выходе из узла редуцирования $t_{\mbox{\tiny BMX}} = 0$ °C

2. Определение температуры газа на входе в узел редуцирования.

Снижение температуры природного газа в процессе редуцирования известно как «эффект Джоуля –Томсона»[3].

$$\Delta t_{\text{peri}} = (P_{\text{BX}} - P_{\text{BMX}}) \cdot 5 = (5.5 - 1.2) \cdot 5 \approx 22 \,^{\circ}\text{C}$$

Температуру газа на входе в узел редуцирования определяем по формуле:

$$t_{cm} = t_{BMX} + \Delta t_{per} = 0 + 22 = 22 \, ^{\circ}C$$

Температура газа на выходе из подогревателей

$$t_{rr} = t_{xr} + \Delta t_{ron} \cdot K = -8 + 70 \cdot 0,7 = 41 \, ^{\circ}C$$

3. Определение количества газа, направляемого на подогрев.

По графику, приведённому на рисунке 8 определяем теплоёмкость газа при различных температурах:

$$C_{rr} = 0,379 \text{ ккал/(м } \cdot {}^{\circ}\text{C});$$

$$C_{BX} = 0.3682 \text{ ккал/(м } \cdot {}^{\circ}\text{C});$$

$$C_{cm} = 0.3748 \text{ ккал/(м } \cdot {}^{\circ}\text{C});$$

$$\begin{split} G_{rr} &= G \cdot (t_{c_M} \cdot C_{c_M} - t_{b_X} \cdot C_{b_X}) / (t_{rr} \cdot C_{rr} - t_{b_X} \cdot C_{b_X}) = \\ &= 100000 \cdot (22 \cdot 0.3748 - (-8) \cdot 0.3682) / (41 \cdot 0.379 - (-8) \cdot 0.3682) \\ &\approx 60\,500 \text{ hm} \ /\text{y}. \end{split}$$

4. Выбор типа и количества подогревателей газа.

По полученному расходу подогреваемого газа выбираем тип и количество подогревателей газа по формулам:

Примем подогреватели газа ГПМ-ПТПГ-30М (одного типа).

$$n = G_{rr} / G_{rol} \cdot K_1$$
, = 60500/30000 · 0,9 ≈ 2 iiit.

Выбираем два подогревателя типа ГПМ-ПТПГ-30М.

5. Определение полезной тепловой мощности выбранных подогревателей газа.

Полезная тепловая мощность подогревателей газа

$$Q_{\pi} = G_{rr} \cdot (C_{rr} \cdot t_{rr} - C_{bx} \cdot t_{bx}), =$$
 $= 60500 \cdot (41 \cdot 0,379 - (-8) \cdot 0,3682) \approx 1,118 \cdot 10^6 \text{ ккал/ч}$
 $= 1,188 \text{ Гкал/ч}.$

Следовательно, каждый подогреватель должен передавать подогреваемому в нём газу

1,188 Гкал/ч / 2 = 0,594 Гкал/ч (60% от номинального значения, что вполне допустимо).

6. Проверка скоростей движения подогреваемого газа в теплообменниках подогревателей.

Возможно определение скорости по графику, приведённому на рисунке 6, либо расчётным путём.

По рисунку 6 скорость газа $W_r \approx 40 \text{ м/c}$

Вычислим скорость газа расчетным путем

Скорость движения газа в теплообменнике определяется по формуле:

$$W_r = G_{pa6} / f = 0,477/0,0123 = 38,78 \text{ m/c}$$

Средняя температура газа в рабочих условиях

$$T_{cp} = (t_{rr} + t_{bx}) / 2 + 273 = ((41 + (-8))/2) + 273 = 289,5 \text{ K}$$

Через один подогреватель будет пропускаться

$$G_1$$
=60500/2=30250 нм /ч

Расход газа в рабочих условиях:

$$\mathbf{G_{pa6}} = \sqrt[1.4]{\frac{P_{ny} \cdot G_1^{1.4} \cdot T_{cp}}{T_{ny} \cdot P_{ex}}} = \sqrt[1.4]{\frac{0.1 \cdot 30250^{1.4} \cdot 289.5}{289.5}}$$



Подогреватель $\Gamma\Pi M$ - $\Pi T\Pi \Gamma$ -30M на объекте

= 1715,46 m / y = 0,477 m / c

Полученное расчетным путем значение скорости газа в теплообменнике практически совпадает со значением, полученным по графику (рисунок 6).

Скорость движения газа $W_{\rm r}$ =38,78 м/с не превышает предельно допустимой.

Подогреватели подобраны правильно.

При выполнении расчётов рекомендуем пользоваться таблицей 2.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов.
- 2. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. Под ред. Н. В. Кузнецова, В. В. Митора, Н. В. Дубровского, Э. С.Карасиной. -М.: Энергия, 1973. 296 с.
- 3. Теплотехнический справочник. 2-е изд. перераб. Т.1 Под ред.В. Н. Юренева и П. Д. Лебедева. М.: Энергия, 1975
- 4. ГОСТ 5542-87 Газы природные горючие для промышленного и коммунально-бытового назначения.
 - 5. ГОСТ 2939-63 Газы. Условия определения объема.

Таблица 2

Nº п/п	Наименование величины	Ед. изме- рения	№ форму- лы	Чис- ленное значе- ние
1	Расход газа, нм /ч	нм /ч	Задано	100 000
2	Входное давление Р _{вх}	МПа	Задано	5,5
3	Выходное давление Р _{вых}	_	Задано	1,2
4	Падение температуры при редуцировании на 1 МПа	°C/МПа	Задано	5
5	Перепад температур для ГПМ-ПТПГ-30М	_	Задано	49
6	Температура газа на выходе из ГРС t _{вых}	_	Задано	0
7	Температура холодного газа на входе в ГРС t _{вх}	_	Задано	-8
8	Теплоемкость выходящего газа C _{гг}	ккал/ (м °C)	Задано	0,379
9	Теплоемкость выходящего газа C _{хг}	_	Задано	0,3682
10	Теплоемкость входящего газа после точки смешения С _{см}	_	Задано	0,3748
11	Падение температуры при редуцировании Δt _{ред}	°C	1	22
12	Температура горячего газа на входе в сместитель t _{гг}	_	7	41
13	Температура на выходе из сместителя t _{см}	°C	3	22
14	Расход холодного газа G _{хг}	_	5	39 500
15	Вычисляемый расход горячего газа G _{гг}	нм /ч	6	60 500
16	Число выбранных подогревателей	ШТ	8	2
17	Тепловая мощность Q _п	Гкал/ч	10	1,118
18	Температура газа при нормальных условиях Т _{ну}	°C	Задано	293
19	Давление газа при нормальных условиях P _{ну}	МПа	Задано	0,1
20	Средняя температура газа T _{ср}	°C	13	289,5
21	Расход подогреваемого газа через один подогреватель G ₁	нм /ч	_	30 250
22	Объем газа в рабочих словиях	м /с	14	0,477
23	Площадь проходного сечения теплообменника подогревателя	M ²	Задано	0,0123
24	Скорость движения газа в теплообменнике W _г	м/с	11	38,78

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГАЗА НА ОБЪЕКТАХ ОАО «ГАЗПРОМ»

Б. К. Ковалёв, зам. генерального директора по НИОКР

В. Е. Пальгов, начальник отдела автоматизации и программного обеспечения

Начало двадцать первого века характеризуется бурным развитием и совершенствованием элементной базы автоматизированных систем, в ходе которого рынок заполнили изделия целого ряда фирм, отличающиеся удобной конструкцией, унификацией, высоким качеством и надежностью. Изготовление аппаратной части систем автоматического управления предельно упростилось и сводится, по сути, к «отверточной сборке». Программирование таких систем также не представляет особой сложности для квалифицированных специалистов. На передний план сегодня выдвинулись задачи разработки оптимизированных алгоритмов управления технологическими процессами с одновременной реализацией информационных, вычислительных и диагностических функций. Построение таких алгоритмов требует глубоких познаний не только основного технологического процесса и программно-аппаратных средств, для его реализации, но и всех других взаимодействующих процессов, а также используемого оборудования, программного обеспечения и даже сопутствующих регламентных и организационных мероприятий на рассматриваемом объекте. Зачастую именно этот этап работы является самым сложным и наиболее продолжительным, поскольку одновременно всей необходимой информацией специалисты, эксплуатирующие конкретный объект, не владеют, и собирать ее приходится из разных источников. Поэтому, оптимизированные алгоритмы технологических процессов для некоторых, не страдающих комплексами, фирм даже стали объектами «интеллектуального пиратства». К сожалению, этот факт приходится учитывать

при проведении совместных работ со сторонними разработчиками.

Завод «Газпроммаш» (г. Саратов) является изготовителем оборудования, как для газораспределительных станций магистральных газопроводов, так и для газораспределительных сетей газового хозяйства. Значительную часть продукции завода составляют подогреватели газа, широко применяющиеся в составе газораспределительных и компрессорных станций для предотвращения гидратообразования при понижении давления газа до заданных значений. Поставлены на серийное производство и разрешены к применению на объектах ОАО «Газпром» подогреватели газа с промежуточным теплоносителем следующих модификаций: ГПМ-ПТПГ-5, ГПМ-ПТПГ-10, ГПМ-ПТПГ-15М, ГПМ-ПТПГ-30М, ГПМ-ПТПГ-100, а также подогреватели газа прямого нагрева ГПМ-ПГА-100М, ГПМ-ПГА-200М.

На первом этапе указанные подогреватели газа комплектовались блоками управления, изготавливаемыми на одном из конверсионных предприятий. Однако очень скоро претензии заказчиков заставили специалистов завода «Газпроммаш» заняться собственной разработкой блока управления подогревателем газа. Для реализации разработанного алгоритма, завод «Газпроммаш» привлек, в рамках совместной работы, фирму «Трайтек». Созданные в результате этого сотрудничества блоки управления (рисунки 1,2) были использованы на нескольких образцах подогревателях газа, но их конструкция и характеристики некоторых комплектующих изделий оказались более приемлемыми для работы в стационарных котельных установках, нежели на подогревателе газа.



Рисунок 1. Внешний вид блока БУПГ-24-2



Рисунок 2. Внутренняя компоновка блока БУПГ-24-2

Сегодня переработанные конструктивы таких блоков, оснащенные новым программным обеспечением, применяются нашими специалистами совершенно для других целей, а в состав подогревателей газа производства завода «Газпроммаш» включены принципиально новые блоки управления БУПГ, разработанные в соответствии с требованиями газотранспортных предприятий без привлечения сторонних специалистов. Новые блоки прошли приемочные испытания в комплекте подогревателя газа на компрессорной станции в ООО «Самаратрансгаз» в феврале 2007г. и рекомендованы в серийное производство комиссией ОАО «Газпром». Блоки БУПГ сертифицированы и могут поставляться самостоятельно. Техническими условиями предусмотрена также модификация БУПГ, предназначенная для размещения в шкафу управления газораспределительной станцией (ШКУ ГРС), с выводом информации на штатный дисплей этого шкафа.

Предыдущий опыт разработки и эксплуатации блоков управления подогревателей газа, а также постоянное общение с представителями проектирующих и эксплуатирующих организаций ОАО «Газпром», позволили учесть прежние ошибки и выработать новый подход к проектированию блоков управления нового поколения, с учетом современных направлений развития локальной автоматики нефтегазового оборудования.

Результатом этой работы стал блок управления подогревателем газа БУПГ-24-3У2 с 2007 года выпускаемый серийно на заводе «Газпроммаш».

Блок БУПГ-24-3-У2 предназначен для управления подогревателями газа, нефти, нефтяных эмульсий, воды и других продуктов, с использованием инжекционных газовых горелок, для нагрева продукта через промежуточный теплоноситель.

Блок БУПГ-24-3-У2 обеспечивает реализацию следующих функций:

автоматический дистанционный розжиг подогревателя;

автоматический контроль состояния дискретных и аналоговых датчиков, отслеживающих технологический процесс;

поддержание температуры подогреваемого продукта в заданных пределах;

контроль аварийных ситуаций;

связь с системами верхнего уровня автоматизации объекта.

Внешний вид БУПГ-24-3-У2 представлен на рисунке 3.

Конструктивно блок размещен в пластиковом корпусе типа Reglo Card фирмы BOPLA. Корпус имеет два отсека. В верхнем отсеке расположены функциональные модули. На крышке верхнего отсека, которая одновременно является лицевой панелью блока, расположены световые индикаторы и органы управления блока. В нижнем отсеке, имеющем отдельную крышку, расположен клеммник для внешних подключений блока. Ввод кабелей в отсек производится через цанговые кабельные вводы на нижней стенке корпуса.

Принцип действия блока БУПГ-24-3-У2 основан на опросе дискретных и аналоговых датчиков, сравнении полученных данных с заданными уставками, анализе результатов и выдаче управляющих воздействий на исполнительные устройства. Регулирование температуры производится по промежуточному теплоносителю, а для контроля температуры нагрева непосредственно продукта используется отдельный аналоговый канал.

В случае возникновения аварийных ситуаций происходит автоматическое выключение подачи газа с соответствующим оповещением персонала и индикацией причины останова.

Процесс автоматического розжига подогревателя газа и его текущее состояние отображается на светодиодной мнемосхеме. Рисунок 4.



Рисунок 3. Внешний вид БУПГ-24-3-У2

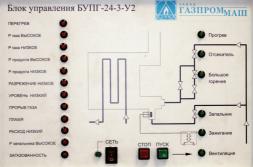


Рисунок 4. Внешний вид лицевой панели БУПГ-24-3-У2.

В процессе розжига подогревателя газа и во время его работы осуществляется непрерывный контроль состояния датчиков, установленных на подогревателе и сигнализация аварийных состояний:

- перегрев (температура промежуточного теплоносителя выше допустимой);
- давление газа высокое (недопустимо высокое давление топливного газа за регулятором давления);
- давление газа низкое (недопустимо низкое давление топливного газа за регулятором давления);
- давление продукта высокое (недопустимо высокое давление нагреваемого продукта);
- давление продукта низкое (недопустимо низкое давление нагреваемого продукта;
 - разрежение низкое (недопустимо низкое разрежение в топке);
- уровень низкий (недопустимо низкий уровень промежуточного теплоносителя);
 - прорыв газа;
- пламя (наличие пламени до розжига или отсутствие пламени после начала розжига);
- расход низкий (недопустимо низкий расход нагреваемого продукта);
- давление запальника высокое (недопустимо высокое давление топливного газа перед запальной горелкой);
- загазованность (наличие опасной концентрации газа в зоне расположения горелок подогревателя).

Встроенное программное обеспечение обеспечивает:

- гибкую настройку параметров блока управления с верхнего уровня ACУ;
- отображение процесса, состояния исполнительных устройств и датчиков с помощью одиночных световых индикаторов на лицевой панели;
- передачу информации на верхний уровень автоматизации о состоянии подогревателя (работа, останов, авария), о текущей температуре нагреваемого продукта, о состоянии исполнительных устройств и датчиков.

Отличительной особенностью нового блока управления по сравнению с предыдущим является то, что он монтируется непосредственно

на подогревателе газа (рисунок 5). Для этого в составе БУПГ применены электронные компоненты и модули с рабочей температурой от минус 40 до плюс 85 °C. Такое расположение блока позволяет минимизировать число кабельных соединений между подогревателем и системой управления объектом, упрощает проектную привязку подогревателя газа, снижает время и стоимость монтажных и пусконаладочных работ. Для подключения подогревателя газа достаточно проложить кабель электропитания и кабель связи с системой верхнего уровня автоматизации. Преимущество локальной автоматики, монтируемой непосредственно на подогревателе еще более очевидно при увеличении числа подогревателей на площадке объекта. При этом появляется возможность вести централизованное управление группой подогревателей с единого пульта.



Рисунок 5. Размещение БУПГ-24-3-У2 на подогревателе ГПМ-ПТПГ-30М

К достоинствам блока БУПГ-24-3-У2 следует также отнести возможность информационной связи с электронным корректором расхода газа, установленным в ГРП на подогревателе, что позволяет получить информацию о расходе газа потребляемого подогревателем, его давлении и температуре и передать ее в систему верхнего уровня по одному каналу связи.

Ниже приведен полный список параметров, передаваемых из бло-

ка в систему верхнего уровня:

- 1. Адрес блока управления подогревателем;
- 2. Маска дискретных датчиков;
- 3. Время вентиляции;
- 4. Время стабилизации запальной горелки;
- 5. Время стабилизации основной горелки;
- 6. Время прогрева;
- 7. Температура регулирования;
- 8. Диапазон регулирования температуры;
- 9. Текущая температура теплоносителя;
- 10. Текущий режим работы БУПГ;
- 11. Текущая температура;
- 12. Текущее состояние дискретных датчиков;
- 13. Аварийные состояния датчиков;
- 14. Состояние исполнительных устройств;
- 15. Текущий расход газа;
- 16. Суммарный расход за предыдущие сутки;
- 17. Наработка БУПГ в часах;
- 18. Время работы запальной горелки;
- 19. Время работы основной горелки;
- 20. Число включений клапана-отсекателя 1;
- 21. Число включений клапана-отсекателя 2;
- 22. Число включений клапана большого горения;
- 23. Число включений клапана запальной горелки;
- 24. Температура газа на входе подогревателя;
- 25. Температура газа полученная с расходомера;
- 26. Давление газа полученное с расходомера.

Встроенное программное обеспечение позволяет пользователю производить предварительные настройки датчиков и осуществлять регулировки параметров технологического процесса в заданных пределах.

По просьбе специалистов эксплуатирующих организаций в программу блока управления была добавлена функция учета времени работы основной и запальной горелок, а также ресурса управляемых электромагнитных клапанов.

Все настройки и регулировки производятся с верхнего уровня АСУ. Для этого предусмотрен последовательный канал передачи данных по интерфейсу RS-485. Обмен с блоком осуществляется в протоко-

ле Modbus RTU.

Как правило, в качестве устройства верхнего уровня автоматизации используется система управления объектом, в составе которого находится подогреватель (САУ ГРС, САУ КС и т. п.). При отсутствии таких устройств БУПГ-24-3-У2 подключается к персональному компьютеру с установленной программой управления, которая обеспечивает выполнение следующих функций:

- дистанционный останов и пуск подогревателя;
- вывод на информационное табло текущей температуры нагреваемого продукта, состояния исполнительных устройств и причины аварийного отключения;
- изменение параметров программы розжига подогревателя и процесса нагрева продукта.

При этом информация выводится на дисплей компьютера в виде, представленном на рисунках 6, 7.

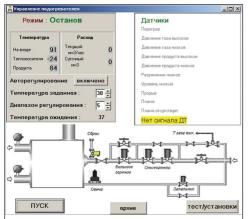


Рисунок 6. Программа управления подогревателем газа

Рисунок 7. Режим отображения текущих параметров подогревателя газа и ведения архива

Работа блоков БУПГ получила хорошие отзывы представителей эксплуатирующих организаций и существенно повысила качество автоматизации подогревателей газа и нефти, выпускаемых заводом «Газпроммаш».

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОДОРИЗАЦИИ ГАЗА

Б. К. Ковалёв, зам. генерального директора по НИОКР

СВОЙСТВА И НОРМЫ ДОБАВКИ ОДОРАНТОВ

Природный газ (метан) и сжиженные газы (пропан-бутаны) изначально не имеют запаха, поэтому любая их утечка из закрытой системы может быть обнаружена только специальными датчиками. Поскольку такие газы, широко применяемые на промышленных объектах и в быту, в случае утечки могут вызывать сильные отравления и, кроме того, при определенных концентрациях создают взрывоопасную среду, возникает потребность оперативного выявления наличия газа в окружающем воздухе без применения специальных технических устройств.

С давних пор в России и в зарубежных странах эту проблему решают путем добавления в газ веществ, имеющих резко выраженный запах, присутствие которого должно означать наличие утечек в системах газопровода или газового оборудования. Такие вещества, придающие газу специфический запах, называют одорантами, а процесс их ввода в поток газа – одоризацией газа. Одоризация природного газа производится, как правило, на газораспределительных станциях (перед подачей газа потребителям) или на централизованных одоризационных пунктах.

Одоранты, добавляемые в природный газ, в идеале должны обладать следующими свойствами:

- иметь резко выраженный, специфический запах (для четкого распознавания);
- проявлять физическую и химическую устойчивость в парообразном состоянии при смешении с природным газом и движении по трубопроводу (для обеспечения стабильной дозировки);
 - быть сильно концентрированными (для уменьшения общего

расхода вещества);

- обладать минимальной токсичностью в рабочих концентрациях и не образовывать токсичных продуктов при сгорании (для безопасной эксплуатации);
- не оказывать корродирующего воздействия на материалы газопроводов, емкостей для хранения и транспортирования, запорнорегулирующей арматуры (для обеспечения длительного срока службы газопроводов и газового оборудования).

В настоящее время не существует одоранта, в полной мере отвечающего вышеперечисленным требованиям, поэтому потребителям приходится мириться с рядом неудобств, работая с имеющимися одорантами, и строго следовать требованиям «Инструкции по технике безопасности при производстве, хранении, транспортировании (перевозке) и использовании одоранта» - М.; ОАО «Газпром», ООО «Волго-УралНИПИгаз»; 1999. Формулировки ряда пунктов данной инструкции вызывают справедливые нарекания со стороны специалистов эксплуатирующих организаций, однако другого официального нормативного документа, который дополнил бы «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» в части работы с одорантом, на сегодняшний день нет.

Для своевременного принятия мер по предотвращению аварийных ситуаций в случае утечек, природный газ должен обнаруживаться по запаху при его содержании в воздухе не более 20% от нижнего предела взрываемости. Исходя из этого требования, процесс одоризации должен обеспечивать такое содержание одоранта в газе, чтобы человек с нормальным обонянием мог обнаружить запах при объемной доле газа в воздухе, равной 1%. Количественное содержание одоранта в подаваемом потребителю газе нормируется в зависимости от химического состава используемой одоризационной смеси. Например, в соответствии с «Положением по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов ВРД 39-1.10-069-2002», для этилмеркаптана норма ввода составляет 16г (19,1см³) на 1 000м³ газа, приведенного к нормальным условиям.

Этилмеркаптан был одним из первых промышленных одорантов, применявшихся в бывшем СССР (изготовитель — Дзержинский завод жирных спиртов). Его основным недостатком является химическая нестабильность, выражающаяся в легкой окисляемости и способности к взаимодействию с оксидами железа (всегда присутствующими в газопроводах) с образованием диэтилдисульфида. Как известно, дисуль-

фиды имеют значительно меньшую интенсивность запаха, что снижает эксплуатационные свойства одоранта и ведет, в итоге, к увеличению расхода исходного вещества (этилмеркаптана). Особенно заметно снижение интенсивности запаха при транспортировании одорированного этилмеркаптаном газа по трубопроводам на большие расстояния. К другим недостаткам этилмеркаптана можно отнести его высокую токсичность и растворимость в воде (7,5 г/л).

С 1984 г. практически на всех ГРС России используется одорант СПМ (смесь природных меркаптанов), выпускаемый по разработанным ВНИИГАЗом техническим условиям ТУ 51-31323949-94-2002 «Одорант природный ООО «Оренбурггазпром»». Этот одорант производится на Оренбургском газоперерабатывающем заводе из сырья, основой которого служит уникальный по своему составу конденсат Оренбургского и Карачаганского месторождений. Одорант СПМ является многокомпонентным веществом. Согласно ТУ 51-31323949-94-2002, в его составе могут содержаться следующие массовые доли отдельных меркаптанов:

```
этилмеркаптан — до 44,0%; изо-пропилмеркаптан — до 31,0%; бутилмеркаптан — до 11,0%; н-пропилмеркаптан — до 6,0%; трет-бутилмеркаптан — до 5,0%; н-бутилмеркаптан — до 1,5%; тетрогидротиофен — до 1,5%.
```

Норма ввода многокомпонентного одоранта СПМ в России такая же, как и для этилмеркаптана — $16\Gamma (19,1\text{cm}^3)$ на $1\,000\text{m}^3$ газа, приведенного к нормальным условиям.

В зарубежных странах в качестве одорантов широко используются меркаптаны, получаемые в результате химического синтеза на основе серы, сероводорода, сульфидов и других сернистых соединений. Как правило, используются смеси нескольких веществ, то есть синтезированный одорант также как и природный, является многокомпонентным веществом. Такие одоранты — более стабильны по своему химическому составу и не содержат посторонних примесей. Хранятся и транспортируются синтезированные одоранты в специально предназначенных для этих целей сосудах из коррозионностойких материалов.

До недавнего времени все производители и потребители одоризационных смесей ориентировались на требования международного стандарта, рекомендующего, в качестве одоранта, применять летучие органические соединения серы с температурой кипения ниже 130 °C. Сегодня в западных странах начато производство и использование, в качестве одорантов, бессернистых соединений. Примером может служить синтезированный в Германии продукт под названием Gasodor™ S-Free™, который имеет следующие достоинства:

- является экологически чистым продуктом (при использовании исключаются выбросы в атмосферу серы и ее соединений);
- соответствует требованиям санитарно-эпидемиологических норм;
 - имеет резкий сигнализирующий запах;
- обеспечивает требуемую интенсивность запаха при более низких, по сравнению с одорантами на основе сернистых соединений, концентрациях;
 - обладает высокой стабильностью (в том числе и при хранении);
- не изменяет технико-химических и одорирующих свойств, при резких температурных колебаниях;
 - практически нерастворим в воде и жидких углеводородах.

Одорант Gasodor™ S-Free™ в ноябре 2004 г. прошел эксплуатационные испытания на одном из объектов ООО «Севергазпром» и признан пригодным для применения на объектах ОАО «Газпром» (акт эксплуатационных испытаний утвержден 12.12.04 г. начальником Департамента по транспортировке, подземному хранению, и использованию газа, Б.В. Будзуляком). В процессе испытаний, концентрация одоранта составляла 10-12мг/м³, при этом использовалось существующее одоризационное оборудование действующей ГРС.

Проект «Временных технических требований к ГРС», направленный в настоящее время на рассмотрение организациям ОАО «Газпром», предусматривает для одоризации газа, наряду с СПМ, применение одоранта Gasodor $^{\text{\tiny M}}$ S-Free $^{\text{\tiny M}}$, а также кротонового альдегида.

Альдегид кротоновый по ТУ 2417-080-00203766-2003 представляет собой прозрачную (от светло-желтого до светло-коричневого цвета), легковоспламеняющуюся жидкость с резким запахом. По степени воздействия на организм человека данное вещество относится ко второму классу опасности (ГОСТ 12.1.007). К сожалению, в открытой печати не имеется достаточной информации об использовании кротонового альдегида в качестве одоранта, с указанием его эксплуатационных характеристик.

В последнее время все чаще озвучиваются аргументированные предложения отменить жестко регламентированные нормы ввода

одоранта в поток газа. При установлении для каждого объекта индивидуальной нормы, предлагается принимать во внимание состояние и протяженность газопровода, химический состав и качество транспортируемого газа, качество и компонентный состав используемого одоранта, а также способ и точность одорирования газа. Рассмотрим, как влияют перечисленные выше факторы на качество одоризации газа.

Состояние и протяженность газопровода. Как уже отмечалось выше, этилмеркаптан, являющийся одним из основных компонентов одоранта СПМ, вступает в химическую реакцию с оксидами железа, образующимися на стенках газопровода под действием коррозии. В результате такого взаимодействия падает интенсивность запаха одорированного газа и, как следствие, требуется увеличение нормы ввода одоранта в поток газа.

К сожалению, в официальных источниках информации отсутствуют сведения по данному вопросу для газопроводов на основе полиэтиленовых труб.

Химический состав и качество транспортируемого газа. Принято считать, что основным фактором качества запаха одоризационной смеси является доля содержания в ней меркаптановой серы. Зная процентное содержание меркаптановой серы в транспортируемом газе, можно уменьшить норму ввода одоранта в поток газа.

В то же время плохое качество газа, присутствие в нем примесей — в частности повышенное содержание влаги, может привести, при соответствующих условиях, к накоплению конденсата в газопроводе и к последующему растворению в этих углеводородах части одоранта, с неизбежным ослаблением интенсивности запаха газа у потребителя. В таких случаях потребуется увеличение нормы ввода одоранта в поток газа.

Качество и компонентный состав используемого одоранта. К сожалению, условия транспортировки и хранения одоранта в России оставляют желать лучшего. Часто для этих целей используются емкости из черной стали, подверженные агрессивному воздействию одоранта. В ряде случаев хранение и транспортировка емкостей с одорантом производятся в условиях резких температурных перепадов и различных атмосферных осадков. Повторное использование емкостей, изготовленных из черной стали, заведомо ухудшает качество заливаемого в них одоранта. Различные источники единодушно свидетельствуют: в процессе транспортировки качество одоранта существенно ухудшается.

Что касается компонентного состава одоранта, некоторые компетентные специалисты отмечают довольно значительные колебания соотношения различных компонентов одоранта СПМ, производимого Оренбургским ГПЗ, и даже присутствие в его составе метилмеркаптана, которого по ТУ 51-31323949-94-2002 быть не должно. Кроме того, выявлено существенное снижение массовой доли таких важных компонентов, как этилмеркаптан и трет-бутилмеркаптан. Подобные изменения связаны с нестабильностью состава конденсата, используемого в качестве сырья, и могут негативно повлиять на интенсивность запаха одорированного газа, если не изменять норму ввода одоранта в поток газа.

Вместе с тем, анализ компонентного состава одоранта в природном газе пока является сложной и дорогостоящей процедурой, не имеющей отработанных для практического применения методик. Автоматизация процесса одоризации газа на основе такого анализа позволит не только оптимизировать расход одоранта, но и перейти на принципиально новый уровень в решении вопросов безопасности и экологии. Работы в данном направлении ведутся, однако их практическая реализация пока еще впереди.

Способ и точность одорирования газа. Наряду с другими факторами, качество одоризации газа напрямую зависит от способа одорирования и обеспечиваемой этим способом точности одорирования, а также, в значительной мере - от степени автоматизации и элементной базы оборудования, реализующего процесс одоризации газа с одновременным анализом результатов этого процесса. Учитывая непрерывную динамику в совершенствовании технологий и оборудования, следует ожидать в ближайшее время на данном направлении появления принципиально новых технических решений, позволяющих оперативно менять дозировку вводимого в поток газа одоранта, исходя из экспрессанализа компонентного состава одоризационной смеси. При этом неизбежно потребуется внесение соответствующих изменений во все нормативно-технические документы, затрагивающие процессы производства, хранения, транспортировки и использования одоранта.

Итак, анализ факторов, влияющих на качество одорирования, показывает, что в будущем, при соответствующем программно-аппаратном обеспечении процесса одоризации, норма ввода одоранта в поток газа может стать переменной величиной. Причем возможны два варианта варьирования числового значения данной нормы.

Вариант 1. По специально разработанной методике, для каждого

конкретного объекта, с учетом всех вышеперечисленных факторов, рассчитывается и заносится в систему управления одоризацией газа индивидуальное числовое значение нормы ввода одоранта в поток газа. В дальнейшем система управления отслеживает выполнение заданного значения нормы.

Вариант 2. Числовое значение нормы ввода одоранта в поток газа заносится в систему управления одоризацией газа в усредненном виде (для реально используемого одоранта), и в дальнейшем периодически корректируется системой управления по результатам непрерывной обработки сигнала обратной связи, поступающего с интеллектуального прибора контроля качества одорированного газа.

Необходимо отметить, что первый вариант предполагает работу с одорантом, имеющим стабильный состав, и больше подходит для химически синтезированных одорантов, хотя с некоторой долей погрешности может быть использован и для одоранта СПМ. При наличии утвержденной методики, этот вариант может внедряться на базе существующих одоризаторов газа ОДДК, выпускаемых заводом «Газпроммаш» (г. Саратов).

Второй вариант более универсальный, но его внедрение требует наличия надежного интеллектуального прибора контроля качества одорированного газа, который для массового применения должен иметь приемлемую цену. В настоящее время специалисты подразделений НИОКР завода «Газпроммаш» ведут работу по созданию такого прибора на основе современных технологий. В сочетании с новым прибором, одоризатор газа ОДДК может обеспечить внедрение второго варианта без проведения на объекте дополнительных работ, за исключением установки и подключения самого прибора.

Поскольку сырьевая база для производства природного одоранта далеко не исчерпана, и работы по улучшению качества СПМ на Оренбургском ГПЗ продолжаются, можно ожидать, что использование на российских ГРС отечественного одоранта будет еще долгим. Следовательно, внедрение современных технологий одоризации газа с применением одоризатора газа ОДДК, позволяющего работать с различными одорантами без кардинальной реконструкции объекта, сегодня очень актуально.

ОДОРИЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ГРС

Качество одоризации газа во многом определяется способом одорирования и оборудованием, которое осуществляет процесс одоризации. Выбор способа одорирования и типа одоризатора газа зависит от требуемой производительности, необходимой точности и материальных возможностей заказчика.

Одорант может вводиться в поток газа, как в жидком, так и в парообразном состоянии. В жидком состоянии подача одоранта в газопровод производится с помощью капельницы или дозирующего насоса. Для одорирования парами одоранта, часть общего потока газа ответвляется, насыщается парами одоранта, перемещаясь над жидким одорантом, барботируя через него, или обдувая смачиваемый в одоранте фитиль, и возвращается в общий поток газа.

Капельный способ ввода одоранта в поток газа. Этот способ изза своей простоты и дешевизны, несмотря на повышенные требования к качеству одоризации газа, остается наиболее распространенным на действующих российских ГРС. В его основе лежит относительно постоянная величина массы одной капли жидкости (для одоранта – масса одной капли считается равной 0,02 г, то есть в 1 г одоранта содержится приблизительно 50 капель). Регулируя подачу одоранта и подсчитывая количество капель в единицу времени, можно добиться требуемого расхода одоранта для установленного значения расхода газа. При больших расходах газа, последовательность капель одоранта трансформируется в струю жидкости. В этом случае расход одоранта отслеживается по шкале уровнемера расходной емкости (на некоторых одоризаторах газа для этих целей устанавливается специальная замерная емкость, с предварительно выверенной ценой деления).

Данный способ требует постоянных проверок и регулировки осуществляемого через капельницу расхода одоранта при изменениях расхода газа (например, при подключении или отключении отдельных потребителей). Такие регулировки выполняются оператором ГРС вручную и не поддаются автоматизации. Фактическая точность одорирования при этом невысока (составляет от 10 до 25 %). Поэтому в современных одоризационных установках капельница используется только как резерв для работы во время ремонта основного оборудования.

Фитильный одоризатор, как правило, применяется при небольших, мало изменяющихся расходах газа с использованием стабильного по химическому составу (как для жидкого состояния, так и для паров) одоранта. Содержание одоранта в одорированном газе оценивается по

количеству израсходованного в единицу времени одоранта и может регулироваться изменением количества газа, пропускаемого через фитиль. Регулирование производится вручную оператором ГРС и высокой точности одорирования, при этом, добиться не удается.

Барботажный способ ввода одоранта в поток газа. В отличие от капельницы и фитильного одоризатора, одоризационные установки с использованием барботажа уже могут быть автоматизированы. Примерами являются одоризаторы газа ОД, изображенный на рисунке 1 (производитель — ООО завод «Газпроммаш») и блоки одоризации БО (производитель — ООО фирма «Саратовгазприборавтоматика»).



Рисунок 1. Одоризатор газа ОД

В этих устройствах автоматическая подача одоранта, пропорционально расходу одорируемого газа, обеспечивается с помощью диафрагмы, устанавливаемой в трубопровод и специального дозатора. При движении потока газа по трубопроводу, на диафрагме возникает перепад давления, величина которого изменяется пропорционально

расходу движущегося газа. Часть потока газа ответвляется и через регулировочный вентиль поступает в дозатор, где, барботируя через жидкий одорант, насыщается его парами. Далее насыщенный парами одоранта газ проходит через смотровое окно, возвращается в трубопровод по другую сторону диафрагмы и смешивается с основным потоком газа. В дозатор одорант непрерывно подается самотеком из расходной емкости. Расходная емкость пополняется периодически методом передавливания из резервной емкости для хранения одоранта. Все заправки производятся закрытым способом с использованием эжектора, обеспечивающего удаление паров одоранта из емкостей и из шланга автоцистерны-заправщика с последующим сбросом этих паров в трубопровод. Следует отметить, что использование эжектора эффективно только в том случае, когда отношение его входного давления (отбираемого на входе ГРС) к выходному давлению составляет величину от 2 до 3. В других случаях, для нейтрализации паров одоранта следует применять дезодоратор с заполнением 50—70 % его объема нейтрализатором (например, 20% раствором хлорной извести).

Наличие одоранта в расходной емкости отслеживается визуально оператором ГРС. Кроме того, предусматривается передача в систему управления ГРС предупредительного сигнала о минимальном уровне одоранта в расходной емкости.

Одоризационные установки типа ОД и БО имеют ряд существенных недостатков, ограничивающих широкое применение этих устройств. К их числу можно отнести следующее:

- при изменениях газопотребления в процессе эксплуатации одоризатора более чем на 30%, процесс одоризации выходит из режима и требует ручной настройки на новый режим;
- точность одорирования невысока (в зависимости от условий эксплуатации может меняться от 5 до 20 %), причем, определяется она только качеством изготовления дозатора и стабильностью расхода газа в трубопроводе; температурные колебания окружающего воздуха, а также резкие изменения газопотребления в виде отключений или подключений сравнительно крупных потребителей газа, существенно ухудшают качество одорирования, но не могут быть в данных устройствах автоматически учтены и скомпенсированы;
- необходимость использования сужающего устройства создает дополнительные неудобства обслуживающему персоналу, а зачастую требует еще и сезонной замены шайбы;
 - в систему управления ГРС или в системы верхнего уровня пере-

дается только предупредительная информация о минимальном уровне одоранта в расходной емкости; других датчиков для оценки состояния оборудования одоризатора и качества его работы, нет.

Дозированная подача одоранта в поток газа. Существуют разные способы реализации дозированного ввода одоранта в поток газа.

Первоначально дозирование подачи одоранта сводилось к установке перед капельницей электромагнитного клапана, управляемого от электронного блока, который обеспечивал заданное время открытого состояния клапана, а также частоту его включений. Таким образом, единичная доза определялась количеством одоранта, пропущенного через электромагнитный клапан за время пребывания его в открытом состоянии, а требуемая норма ввода одоранта в поток газа обеспечивалась выбором нужной частоты включений клапана. В отличие от предыдущих способов, дозирование одоранта с помощью электромагнитного клапана позволяет повысить качество одорирования, а при наличии соответствующих программно-аппаратных средств, организовать автоматическую подачу одоранта пропорционально расходу газа и косвенный учет введенного одоранта (по количеству срабатываний электромагнитного клапана). В то же время данный способ не нашел широкого распространения из-за ряда существенных недостатков:

- в случае протечек через клапан, процесс одоризации газа становится неуправляемым, так как подача одоранта в трубопровод осуществляется самотеком
- величина единичной дозы в значительной мере зависит от температуры окружающего воздуха (из-за температурных изменений объема меняется плотность вещества и, как следствие, масса дозы) и от степени заполнения расходной емкости (с изменением гидростатического давления, меняется скорость подачи одоранта и, соответственно, его количество, протекающее через открытый электромагнитный клапан за одно и то же время);
- отсутствует информация о фактическом прохождении одоранта через одоризатор (имеется только визуальный контроль).

В дальнейшем для дозированной подачи одоранта стали применяться дозирующие насосы, позволившие значительно усовершенствовать процесс одоризации газа. Как правило, на базе таких насосов изготавливаются дозаторы одоранта, которые содержат в своем составе помимо самого насоса фильтр для очистки одоранта, управляющее устройство (в зависимости от конструкции дозатора это может быть электромагнит или электропневматический клапан) и электронный

блок управления.

Дозатор одоранта ДО1-25. Разработанный и изготовленный самарскими авиаторами дозатор одоранта представляет собой плунжерный насос с регулируемым ходом поршня, управляемый с помощью электропневмоклапана от электронного блока. Доза (от 1 до 25 см³) задается установкой ограничителя хода поршня в нужное положение по лимбу на регулировочной головке. Электронный блок управления обеспечивает требуемую частоту срабатывания управляющего клапана, устанавливаемую оператором исходя из текущего расхода газа. Перемещения поршня производятся газом от газопровода высокого давления. При этом перепад давления между газопроводами высокой и низкой сторон должен быть не менее 0,6 МПа. Поступающий одорант перед подачей в насос проходит через фильтр.

Эти дозаторы эксплуатируются в основном на объектах ООО «Самаратрансгаз». К их недостаткам следует отнести усложненную конструкцию и наличие большого количества уплотнительных элементов, являющихся потенциальными источниками утечек.

Автоматизированная система одоризации газа (АСОГ). АСОГ, созданная атомщиками из г. Саров, по своей сути является дозатором одоранта, но в отличие от ДО1-25, с более высокой степенью автоматизации. Кроме того, здесь мы имеем дело с микродозами (0,15—0,45 см³), что повышает требования к чистоте одоранта (любые твердые частицы, попавшие в игольчатый клапан, нарушают нормальную работу дозатора). АСОГ имеет фильтр тонкой очистки, а также новый элемент — датчик подачи одоранта, который уже позволяет иметь информацию о реально поступившем в трубопровод одоранте. К сожалению, эксплуатирующие организации отмечают низкую надежность работы этого датчика. Блок управления АСОГ имеет связь со штатным расходомером одорируемого газа и обеспечивает подачу одоранта в трубопровод пропорционально расходу газа с точностью не хуже 5%.

Завод «Газпроммаш» разработал и изготовил на базе АСОГ одоризатор газа с дозированной подачей газа (ОДД) для северных районов. Одоризатор ОДД размещается в утепленном блок-боксе с системами отопления, освещения, контроля загазованности и приточновытяжной принудительной вентиляции. Помимо АСОГ, одоризатор оснащен расходной емкостью на 110 л., дезодоратором, резервной капельницей и необходимой запорной арматурой. По желанию заказчика ОДД комплектуется эжектором для закрытой заправки емкостей. В качестве резервной емкости для хранения одоранта используется

контейнер для перевозки одоранта объемом 1,5м³, устанавливаемый рядом с блок-боксом. Одоризатор ОДД успешно эксплуатируется на газораспределительной станции ОАО «Сургутнефтегаз» в г. Сургут. Аналогичный одоризатор производства завода «Газпроммаш», но размещенный не в блок-боксе, а в шкафу, работает на одном из объектов ООО «Пермтрансгаз» рисунок 2.



Рисунок 2. Одоризатор газа ОДД на базе $ACO\Gamma$

Из-за усложненной конструкции дозатора и наличия малых зазоров в клапанных группах, АСОГ нередко бывает «капризной» в работе с отечественным одорантом, поэтому спрос на одоризаторы с использованием данной системы невелик.

Блок одоризации с электронным управлением (БОЭ). Блоки одоризации типа БОЭ, изготавливаемые в ООО фирма «Саратовгазприборавтоматика», представляют собой полнокомплектные устройства для одоризации газа, обеспечивающие дозированный ввод одоранта пропорционально расходу газа и способные передавать обобщенный аварийный сигнал в АСУТП объекта. БОЭ оснащаются расходной емкостью требуемого объема и сужающим устройством соответствующе-

го типоразмера, а также дозирующим насосом нужной производительности. Кроме того, в обвязку блока одоризации включается резервная капельница, эжектор и запорная арматура.

Дозированный ввод одоранта производится мембранным насосом с пневматическим приводом, который управляется электромагнитным клапаном. Расчет расхода одорируемого газа и формирование управляющих сигналов выполняется микропроцессорным блоком управления. Предварительно требуемая доза устанавливается на насосе специальным задатчиком.

Блоки одоризации БОЭ являются развитием ранее выпускаемых фирмой «Саратовгазприборавтоматика» блоков одоризации типа БО и автоматически унаследовали часть их недостатков, например, наличие сужающего устройства. Кроме того, что данное устройство создает определенные неудобства и дополнительные проблемы при обслуживании, расчет расхода газа, выполненный блоком управления, зачастую существенно отличается от показаний штатного расходомера, а это может привести к недопустимым погрешностям одорирования (в частности не учитывается температура газа).

Одоризатор газа с дозированной подачей одоранта и автоматической коррекцией степени одорирования как по текущему расходу газа, так и по реальному расходу одоранта (ОДДК). Одоризаторы газа ОДДК, серийно выпускаемые заводом «Газпроммаш» с апреля 2007 г., представляют собой новое поколение одоризационных установок, позволяющих решать уже комплексные задачи создания автоматизированных систем, сориентированных на централизованные формы обслуживания и на безлюдные технологии.

Анализ возможностей существующих дозаторов одоранта и одоризационных установок показал, что стремление к обеспечению высокой точности дозирования, в итоге ведет к усложнению конструкции дозирующего устройства. В свою очередь, усложнение конструкции, на смену решенным проблемам вызывает новые, заставляя идти на дальнейшие усложнения. Специалисты завода «Газпроммаш» решили задачу повышения точности одорирования по-своему. В одоризаторе газа ОДДК может быть использован любой дозирующий насос, обеспечивающий требуемую потребителю производительность. Высокая точность одорирования (по паспорту — не хуже 2%) достигается постоянным учетом реально проходящего через насос одоранта и своевременной корректировкой сигнала, управляющего работой насоса. При этом учитывается значение текущего расхода газа, снимаемое со

штатного расходомера. Учет одоранта ведется гидростатическим методом в единицах массы, что исключает влияние температурных колебаний и связанных с этим изменений объема вещества. Блок управления одоризатором может работать с любыми видами сигналов от расходоизмерительных комплексов, оговариваемых при заказе одоризатора, а также интегрироваться с любыми системами верхнего уровня. Основной протокол обмена — MODBUS, возможен информационный обмен по любому другому согласованному протоколу.

Основным конструктивным исполнением такого одоризатора считается ОДДК 02 (рисунки 3, 4).



Рисунок 3. Одоризатор газа ОДДК 02



Рисунок 4. Компоновка одоризатора газа ОДДК 02

В данном варианте все оборудование размещается в утепленном шкафу с системами освещения, электрообогрева, и естественной вентиляции. В состав одоризатора входят: расходная емкость на 110 л. из нержавеющей стали, эжектор, дозирующий насос собственного изготовления, датчик разности давлений, смотровое окно, резервная капельница, запорная арматура и элементы обвязки (фирм «Hamlet» или «Swagelok»). ОДДК 02 комплектуется блоком управления БУО — рисунок 5 (для установки в блоки КИП и А) и дезодоратором.

Одоризатор ОДДК 01 (рисунок 6) предназначен для установки в дополнение к действующей капельнице с существующей расходной емкости. Оборудование такого одоризатора размещается в холодном шкафу и не содержит в составе расходной емкости, эжектора, капельницы.



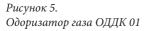




Рисунок 6. Блок управления БУО

Оборудование одоризатора ОДДК 03 размещается в блок-боксе.

Импортные одоризационные установки. В последнее время на российский рынок газового оборудования все настойчивее стучатся зарубежные производители одоризационных установок. Импортные одоризаторы и отдельные составные части одоризационных установок эксплуатируются на целом ряде газораспределительных станций России. Однако их более широкое распространение на российских территориях сдерживают следующие факторы:

- высокая стоимость зарубежного оборудования;
- состав и качество отечественного одоранта.

Учитывая тот факт, что вся российская экономика переживает очень сложный период, зарубежные производители заполнили нашу страну товарами широкого потребления по сравнительно доступным ценам. В промышленности, особенно в стратегических ее отраслях, такой доступности ожидать не приходится. Поэтому более перспективным видится создание отечественного газового оборудования современного уровня. Контакты с производителями газового оборудования Германии (RMG) и Италии (Tartarini), показывают, что масштаб цен,

установленный для России на Западе, в ближайшее время существенно не изменится. Несколько привлекательнее по ценам изделия из Чехии и Сербии, к тому же оборудование этих стран в большей степени адаптировано к российским климатическим условиям. Известное украинское газовое оборудование пока не может конкурировать с лучшими российскими образцами.

Опыт работы с зарубежным оборудованием указывает на необходимость значительной его доводки для эксплуатации в российских условиях. Например, одоризатор газа, собранный из немецких комплектующих изделий фирмы RMG (рисунок 7) по немецкой технологической схеме, оказался совершенно не пригодным для работы в нашей климатической зоне с использованием природного отечественного одоранта СПМ. Также не может быть реализована на российских территориях немецкая система бесперебойного обеспечения одорантом газораспределительных станций, основанная на своевременной развозке и замене 50-литровых емкостей с одорантом.



Рисунок 7. Дозирующий насос для одоранта фирмы RMG

Вместе с тем, богатый опыт зарубежных специалистов по газовому оборудованию заслуживает самого тщательного изучения и применения, в той или иной степени, при разработке и изготовлении одоризационного оборудования для российских объектов.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОДОРИЗАЦИИ ГАЗА

За последнее время, благодаря значительному прогрессу в области информатики и электроники, автоматизация технологических объектов переживает бурный подъем. Современная элементная база электронного оборудования позволяет создавать компактные высоконадежные системы автоматического управления и интеллектуальные датчики. Процесс изготовления аппаратной части таких систем также упростился и нередко сводится к «отверточной технологии». На передний план выдвинулись следующие задачи:

- разработка и оптимизация алгоритмов управления, включающих в себя полный комплекс информационных, вычислительных, управляющих и диагностических задач;
- выбор из многообразия предлагаемых аппаратно-технических средств оптимального варианта, с учетом сложности решаемых задач и материальных возможностей Заказчика;
- подбор надежных исполнительных устройств и механизмов, с возможностью управления от запроектированного контроллера или управляющего комплекса;
- разработка программного обеспечения, реализующего все отраженные алгоритмом управления задачи;
- обеспечение возможности интегрирования в системы верхнего уровня и реализация информационного обмена этими системами по стандартному протоколу или по специальным, заранее оговоренным протоколам обмена.

В результате решения указанных задач, появляется специализированная система автоматического управления технологическим оборудованием заданного объекта.

Применительно к газораспределительным станциям, такие системы создаются с учетом установленной формы обслуживания. Централизованная форма обслуживания ГРС требует более высокого уровня автоматизации технологического оборудования, и нередко препятствием для перехода к данной форме становится процесс одоризации газа, поскольку обслуживание большинства действующих

одоризационных установок невозможно без ежедневного присутствия оператора ГРС. Следовательно, в основе автоматизированной системы одоризации газа должен стоять надежный современный одоризатор газа с индивидуальной системой управления, обеспечивающий не только одорирование газа, но также — и учет расходуемого одоранта, и автоматическую дозаправку расходной емкости, и передачу на диспетчерский пункт подробной информации о состоянии одоризационной установки (включая технологические параметры и количество имеющегося одоранта). Отдельные элементы подобной автоматизированной системы имеются на ряде газораспределительных станций России. Однако в полном объеме задача создания законченной системы пока еще не решена. Связано это обстоятельство с недостатком надежных и долговечных комплектующих изделий, способных работать в среде природного одоранта (электромагнитных клапанов различных типоразмеров, серийных датчиков уровня, сосудов из коррозионно-стойких материалов и т. д.). Работ по созданию отечественных изделий для комплектования одоризационных установок проводится явно недостаточно, поэтому выполняющие их организации и отдельные специалисты заслуживают особой поддержки. Результатом таких работ стали, например, следующие изделия.

Электромагнитные клапаны для работы с одорантом. В процессе создания одоризатора ОДДК газа, завод «Газпроммаш» принял участие в финансировании работ НПП «Технопроект» (г. Пенза) по разработке взрывозащищенных электромагнитных клапанов для одоранта. Клапаны прошли испытания в составе опытного образца одоризатора газа ОДДК 01 в Пензенском ЛПУ МГ и успешно применяются для серийного производства всего ряда одоризаторов данного типа.

Емкость двухстенная для хранения одоранта. Для бесперебойной работы ГРС, на ее площадке всегда должен быть резервный запас одоранта. Наиболее распространенным способом создания такого запаса является хранение необходимого количества одоранта в подземных емкостях. Следует отметить, что условия хранения одоранта, как правило, не соответствуют современным требованиям. В большинстве случаев емкости для хранения одоранта изготовлены из некоррозионностойких материалов. Зачастую эти емкости не имеют ни сигнализаторов, ни указателей уровня; обследование их состояния практически не проводится, так как сопряжено с целым рядом организационных и технических трудностей, а утилизация отходов и вышедших из строя узлов и сосудов, связанных с процессом одоризации, вообще до сих пор

не имеет нормативной базы.

Разработка специалистами ОАО НИИПТХИММАШ (г. Пенза) двухстенных емкостей для хранения одоранта в значительной мере способствует решению задачи правильного хранения одоранта и контролирования его расхода. Конструкция такой емкости обеспечивает постоянный контроль межстенного пространства и предотвращает возможность загрязнения почвы, а также атмосферного воздуха, в случае нарушения герметичности корпуса. Основная (внутренняя) емкость изготавливается из нержавеющей стали, что значительно снижает степень загрязнения хранящегося в ней одоранта продуктами коррозии. Сигнализатор уровня позволяет выдавать предупредительный сигнал о необходимости пополнения запасов одоранта.

Насосы для перекачки одоранта. В большинстве случаев заправка расходной емкости одоризационной установки производится методом передавливания. Автоматизировать этот процесс иногда удобнее с использованием насоса. Такие насосы, способные перекачивать одоранты, в том числе в сосуды под давлением, производит ОАО «Нефтемаш» - Сапкон (г. Саратов). По желанию заказчика, насосные агрегаты могут комплектоваться фильтрами.

Интеллектуальный датчик уровня. Специалисты завода «Газпроммаш» (г. Саратов) разработали датчик для измерения уровня одоранта в закрытой емкости, находящейся под давлением (рисунок 8). В основу работы датчика заложен гидростатический метод, позволяющий, непосредственно в микропроцессорном блоке управления, с высокой точностью рассчитать уровень, объем и массу жидкости. В настоящее время идет доводка конструкции и отработка программноматематического обеспечения интеллектуального датчика для реальных условий газораспределительной станции.



Рисунок 8. Интеллектуальный датчик уровня

Рассмотренные выше изделия, наряду с широко известным оборудованием для одоризации газа, должны помочь в решении задачи по созданию комплексной автоматизированной системы одоризации газа. Серьезный шаг в обозначении проблем на данном направлении сделали специалисты Пензенского ЛПУ МГ, ООО «Волготрансгаз», предложившие организовать такие работы на одном из своих объектов.

В декабре 2006г. ОАО «ВНИИГАЗ» (г. Москва) провел совещание по вопросу применения подземных двухстенных емкостей для хранения одоранта, разработанных специалистами ОАО НИИПТХИМ-МАШ. В работе совещания участвовали представители Управления по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром», ДОАО «Оргэнергогаз», ООО «Волготрансгаз», ОАО «Гипрогазцентр», ООО «Газнадзор», ФГУП ПО «Старт», ОАО НИИПТХИММАШ, ООО Завод «Газпроммаш». В продолжение основной темы разговора, была рассмотрена подготовленная специалистами ООО «Волготрансгаз» (совместно с другими участниками совещания) концепция создания на базе одоризатора газа ОДДК завода «Газпроммаш» с современным микропроцессорным блоком управления автоматизированной системы одоризации газа для комплексного решения всех связанных с данным процессом проблем, включая утилизацию отходов производства. К сожалению, организационных вопросов по данной проблематике совещание не решало, но актуальность обозначенной задачи была единодушно отмечена.

Необходимо также сказать о том, что в последнее время проблемы, связанные с одоризацией газа, привлекли внимание представителей разных отраслей российской промышленности, и некоторые результаты этого интереса уже ощутимы. Впервые, за многие годы на рынке одоризационного оборудования возникла конкуренция. Это обстоятельство, в сочетании с очевидным прогрессом в создании программно-технических средств автоматизации и интеллектуальных датчиков, позволяет смотреть в будущее с оптимизмом и готовиться к очень скорой модернизации устаревшего одоризационного оборудования на российских газораспределительных станциях.

ОДОРИЗАТОР ДЛЯ МЕТАНОЛА И СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

С. А. Ермаков, ведущий конструктор

Наряду с использованием природного газа, все более широкое применение для газоснабжения населенных пунктов страны находят сжиженные углеводородные газы (пропан-бутаны). Использование сжиженных газов в быту, обязывает принимать меры по приданию им характерного запаха, который позволял бы обнаруживать присутствие газа в помещении при концентрации не превышающей 20% нижнего предела его взрываемости.

Одоризация сжиженного газа зачастую осуществляется самым примитивным способом. К примеру, одорант в требуемом количестве просто заливают в емкость с сжиженным газом, что не обеспечивает равномерного смешивания. По такому же принципу происходит и одоризация метанола.

Для повышения качества одорирования жидких фракций, специалистами завода «Газпроммаш» на базе одоризатора газа ОДДК разработан одоризатор метанола, который может использоваться и для одоризации сжиженных углеводородных газов. Данный одоризатор предназначен для дозированной подачи одоранта (смеси природных меркаптанов) в поток движущегося продукта с рабочим давлением до 1,6 МПа (16 кгс/см²).

Одоризатор метанола и сжиженных газов с помощью блока управления БУОМ обеспечивает:

- контроль вводимой дозы одоранта и автоматическую коррекцию расхода;
- автоматический учет суммарного расхода одоранта в единицах массы;
 - контроль уровня одоранта в рабочей емкости;

- выдачу сигнала об отсутствии запаса одоранта в расходной емкости;
 - выдачу сигнала об отсутствии дозы одоранта;
 - точность дозирования ввода одоранта не хуже 2,5 %;

При этом объем расходной емкости одоризатора составляет 110 л., его габаритные размеры (без учета узлов, снимаемых при транспортировании), не превышают $1900 \times 1700 \times 2700$ мм, а масса, не более 1500 кг.

Элементы и узлы одоризатора смонтированы внутри утепленного обогреваемого шкафа, обслуживаемого без захода в помещение. В шкафу предусмотрена естественная вентиляция. Двери шкафа закрываются на ключ и оборудованы магнитоохранным извещателем. Блок управления одоризатором БУОМ размещается во взрывобезопасной зоне. Общий вид одоризатора метанола представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Общий вид одоризатора для жидких фракций

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ

- Б. К. Ковалёв, зам. генерального директора по НИОКР
- В. Е. Пальгов, начальник отдела автоматизации и программного обеспечения

Завод «Газпроммаш» производит широкий ассортимент газового оборудования для обеспечения доставки газа от магистрального газопровода до непосредственных потребителей. Газовое оборудование завода «Газпроммаш» отличает высокий уровень автоматизации, обеспечиваемый применением высоконадежных систем автоматического управления.

Для управления газораспределительными станциями различных модификаций на заводе выпускается шкаф контроля и управления ГРС на базе современного технологического контроллера и цветного жидкокристаллического сенсорного монитора. Данный шкаф служит основой САУ ГРС, являющейся обязательным атрибутом современной газораспределительной станции.

ШКАФ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ (ШКУ ГРС)

ШКУ ГРС в составе системы автоматического управления «ГРС ГАЗПРОММАШ-5» прошел эксплуатационные испытания в 2003 – 2004 г. на объекте ООО «Мострансгаз» и рекомендован комиссией ОАО «Газпром» в серийное производство для применения на объектах ОАО «Газпром». Внешний вид ШКУ ГРС представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Внешний вид ШКУ ГРС

ШКУ ГРС неизменно пользуется повышенным спросом у заказчиков, в связи с чем, специалисты завода «Газпроммаш» ведут постоянное совершенствование изделия, улучшая его эксплуатационные характеристики. Базовый вариант ШКУ ГРС комплектуется промышленным технологическим контроллером I-8000 фирмы ICP DAS (рисунок 2).

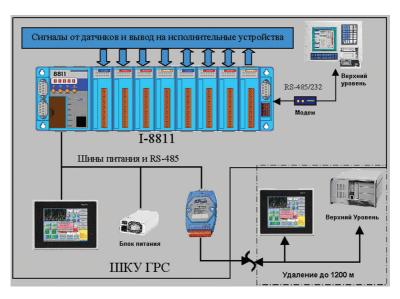


Рисунок 2. Базовый вариант исполнения ШКУ ГРС

По согласованию с заказчиком, в составе ШКУ ГРС могут быть применены программируемые контроллеры широко известных фирм: «Allen Bradley», «Siemens», «Schneider Electric».

Новая версия программно-математического обеспечения ШКУ ГРС существенно расширяет возможности САУ ГРС и добавляет функции дополнительных настроек при смене датчиков или частичном переконфигурировании системы для привязки к действующей ГРС. Эти функции может реализовать, при соответствующей подготовке, обслуживающий станцию инженерно-технический персонал.

Для ГРС нового поколения с централизованной формой обслуживания, реализованы функции управления оборудованием ГРС с диспетчерского пункта по телемеханическим каналам.

Базовое исполнение ШКУ ГРС обеспечивает контроль и управление ГРС с одним и двумя выходами. Основной экран панели оператора с мнемосхемой ГРС представлен на рисунке 3.

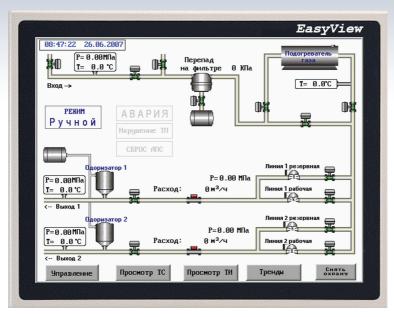


Рисунок 3. Основной экран панели оператора ШКУ ГРС

ШКУ ГРС ВЫПОЛНЯЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ФУНКЦИИ:

- обеспечение круглосуточного бесперебойного функционирования ГРС, с выполнением полного объема информационных, вычислительных, управляющих и диагностических функций;
- отображение всей информации о параметрах работы ГРС и состоянии оборудования на цветном мониторе с сенсорной клавиатурой в виде мнемонической схемы, а также управление оборудованием с клавиатуры монитора;
- автоматический контроль достоверности информации и правильности выполнения функций управления, обнаружение отказов технических и программных средств и аварийных ситуаций, защита от несанкционированного вмешательства и ошибочных действий персонала, ведение суточного и долговременного архивов событий при авариях, отказах и различного рода нарушениях (изменениях) технологического процесса, происходящих на ГРС;
- передача данных телеметрии и прием управляющих команд от объектов верхнего уровня по интерфейсам RS232, RS485 и модему с использованием стандартного протокола MODBUS RTU (например,

телемеханики типа «Магистраль-2»). Имеется возможность дистанционного управления режимом работы ГРС и осуществления связи через любой модем по телефонной сети, по выделенной линии или через терминал МТ20 (ТС35) GSM, обеспечивающий удаленный доступ к ГРС на территориях, покрытых сетью сотовой телефонной связи;

- дистанционная сигнализация о нарушениях технологического процесса и аварийных ситуациях на удаленный пульт оператора ГРС и на диспетчерский пункт;
- корректировка времени и даты, согласование параметров аналоговых и дискретных датчиков с клавиатуры монитора;
- протоколирование действий оператора и изменений состояния дискретных датчиков в журнале длительного хранения;
- охрана внешнего периметра и объектов на территории ГРС от проникновения посторонних лиц;
- реализация различных требуемых конфигураций оборудования САУ при заказе ГРС.

ДОСТОИНСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГРС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШКУ ГРС:

- оптимизированный алгоритм управления сводит к минимуму время на создание и функционирование системы управления;
- современная элементная база и отработанное программное обеспечение создают максимальные удобства в эксплуатации и простоту в обслуживании;
- модульная архитектура применяемых программно технических комплексов обеспечивает их конфигурирование и адаптацию на стадии изготовления САУ ГРС;
- дружественный интерфейс с оператором осуществляется применением цветного графического дисплея с клавиатурой Touch Screen, на котором отображается мнемосхема и текущее состояние ГРС: положения кранов, текущий расход газа, давление и температура на входе и выходе, уровни конденсата в накопителе фильтра и в дренажной емкости, состояние регуляторов давления и т.д.;
- программное обеспечение монитора реализует множество экранов для осуществления функций управления оборудованием ГРС, настройки датчиков, просмотра суточного архива о состоянии параметров ГРС и изменения ситуации на ГРС (авария, вскрытие ГРС, отсутствие питающего напряжения 220 В, загазованность и т.д.);
 - имеется возможность производить развитие, наращивание и

модернизацию системы управления в процессе ее эксплуатации путем подключения дополнительных датчиков и исполнительных устройств, при этом пользователи-технологи могут самостоятельно запрограммировать эти дополнения, используя поставляемую с графическим дисплеем интерактивную среду для ПЭВМ (типа SCADA), без вмешательства в программу контроллера;

- простое нажатие визуального элемента на мнемосхеме обеспечивает переход к требуемому экрану для получения оперативной информации об авариях и нарушениях технологического процесса или к управлению оборудованием ГРС с монитора. Экраны состояния дискретных датчиков и аварийных сигналов приведены соответственно на рисунках 4 и 5.
- клавиша «Управление» активизирует управление исполнительными устройствами с экрана сенсорного монитора и отображение соответствующих датчиков или сигналов (рисунок 6).
- предусматривается также просмотр важных событий за прошедшие сутки, таких как авария, нарушения периметра, вскрытие помещений ГРС, отсутствие напряжения питания 220 В, переходы в автоматический или ручной режим, загазованность и т.д. (рисунок 7).
- имеется возможность просмотра текущих значений давления и температуры за последние 24 часа работы, отображаемых на мнемонических трендах (рисунок 8).
- с экрана монитора можно скорректировать текущие время и дату (рисунок 9).
- по желанию заказчика возможно добавление дополнительных сервисных функций, таких как калибровка сигналов аналоговых датчиков и инвертирование сигналов дискретных датчиков (рисунки 10 и 11).
- вся информация о переключениях в автоматическом режиме и при ручном управлении, о нарушениях технологического процесса и об аварийных ситуациях записывается в долгосрочный архив журнал регистрации событий.



Рисунок 4. Экран сообщений о состоянии дискретных датчиков, нарушениях и авариях



Рисунок 5. Экран сообщений аварийной сигнализации при нажатии клавиши «АВАРИЯ»

				EasyView
	Іправление испол отображені	пнительными уст ие состояния дат		Лист 1
Кран охранный	Кран входной	Кран свечи	Кран сброса жидкости	Кран ПГ входной
откр	откр	откр	откр	откр закр
Кран ПГ выходной Откр	Кран ПГ байпасный Откр Закр	Кран пинии редуц.раб.2	Кран пинии редуц.рез.2	Кран пинии редуц.раб.1 откр закр
Кран пинии редуц.рез.1 откр закр	Кран выходной 1 Откр	Кран выходной 2 Откр		flance>
В автомат.	Стоп ГР	РС Пуск ГРС	Пуск ССК	Выход

Рисунок 6. Экран ручного управления исполнительными устройствами

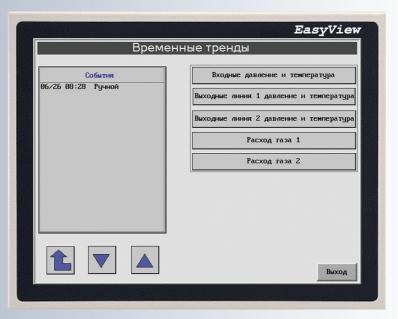


Рисунок 7. Регистрация нарушений техпроцесса и аварийных сигналов

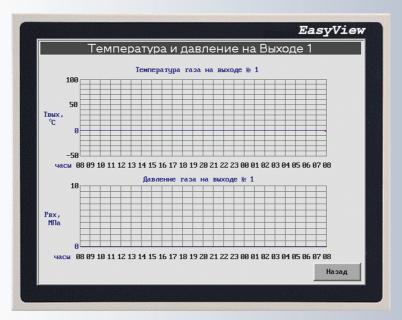


Рисунок 8. Мнемонические тренды регистрации текущих значений давления и температуры на выходе ГРС

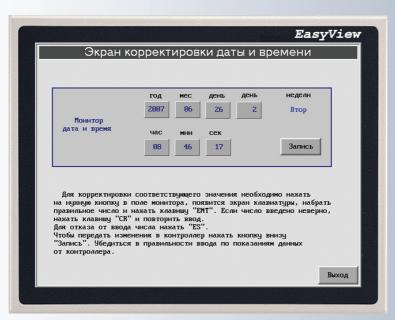


Рисунок 9. Экран коррекции даты и времени

						Eas	yView
Экра	Экран корректировки аналоговых сигналов						
	Набор числа коррекции						
ТИ 1-8	0 0	0	0	0	0	0	0
Уст 4 мА <u>Г</u>	""	<u>"0"</u>	"0"	"ס"	<u>"0"</u>	<u>"0"</u>	<u>"ס"</u>
9cт 20 мА <u>""2</u>	0" ["20"]	"20"	"20"	"20"	"20"	["20"]	<u>"20"</u>
ТИ 9-16	0 0	0	0	0	0	0	0
9ст 4 мА [™	3" ["0"]	<u>"0"</u>	<u>"Ø"</u>	<u>"Ø"</u>	<u>"0"</u>	<u>"0"</u>	<u>"פּ"</u>
9cт 20 мА 🚾	201	"20"	"20"	"20"	"20"	"20"	"20"
Установить значение тока канала ТИ в 0 (4ма), набрать число в дискретах, нажать на кнопку "0". Проделать это для каждого канала. На ТИ наблюдать что значения установлены правильно. Установить значение тока канала ТИ не = 0 (20ма), набрать число в дискретах, нажать на кнопку "20". Проделать это для каждого канала. На ТИ наблюдать что значения установлены правильно.							
					Сохрани	ть	Выход
, in the second							

Рисунок 10. Экран калибровки показаний аналоговых датчиков

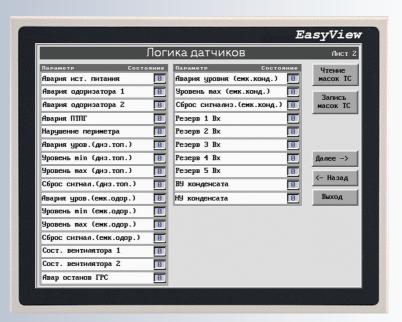


Рисунок 11. Экран изменения логики работы дискретных датчиков

ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- 1. Прием информационного сообщения (не более):
- сбор полного объема технологической информации 0,1 сек;
- скорость реакции системы (выдача команд управления по защите) 0,2 сек.
- 2. Время выдачи команд управления (не более):
- на регулирующие устройства и исполнительные механизмы —0,4 сек.

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ШКУ ГРС:

- отвечает рабочим условиям эксплуатации на объектах, соответствует современным требованиям эстетики и эргономики, а также учитывает в полном объеме требования безопасности;
- технические средства, применяемые в составе ШКУ, полностью соответствуют требованиям Российских стандартов, что подтверждается соответствующими сертификатами. ШКУ ГРС имеет сертификат соответствия и может поставляться заказчику как в составе ГРС, так и самостоятельно;
- компоновка устройств оперативного управления и отображения текущей информации обеспечивает хороший доступ, простоту управления и удобство восприятия (рисунок 12).

Внутри шкафа расположены блоки бесперебойного питания, контроллер, искробезопасные барьеры, клеммные соединители для подключения датчиков и исполнительных устройств. На контроллере имеются разъемы RS-232 и RS-485 для подключения внешних устройств различных типов: модемов, расходомеров газа, устройств аппаратуры передачи данных системы телемеханики, пульта дома оператора (ПДО) и т.д. Имеется возможность для подключения дополнительных устройств, датчиков и вывода информации об их параметрах на экран монитора.

Основным протоколом обмена с системой телемеханики служит протокол MODBUS RTU (подмножество протокола «Магистраль 2»).

НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЛИ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРА НА ПОСТАВКУ ЗАКАЗЧИК МОЖЕТ СОГЛАСОВАТЬ:

- конфигурацию ШКУ и ПМО;
- тип контроллера;
- тип расходомера газа (СГ ЭК, Суперфлоу, Гиперфлоу и др.);
- состав ЗИП, наличие дополнительных датчиков и исполнительных устройств;
 - сервисное программное обеспечение;
 - необходимый протокол обмена.

Специалисты завода «Газпроммаш», при необходимости, обеспечивают полное сопровождение поставляемого изделия, включая проведение пуско-наладочных работ, гарантийное и послегарантийное обслуживание, а также обучение обслуживающего персонала.





Рисунок 12. Варианты компоновки элементов внутри шкафа контроля и управления.

Основные технические характеристики ШКУ ГРС

Количество аналоговых сигналов, не менее	8
Уровень аналоговых входных сигналов, мА	0-5, 4-20
Количество дискретных входных сигналов, не менее	32
Характер входных дискретных сигналов	логический
«0» входное напряжение, В	от 0 до +1
«1» входное напряжение, В	от +4 до +30
Сопротивление контактов на входе канала дискретного ввода: замкнутых, не более, Ом разомкнутых, не менее, кОм	100 50
Количество релейных выходных сигналов, не менее	16
Параметры выходных сигналов управления исполнительными механизмами: напряжение постоянного тока, не более, В при токе, не более, А напряжение переменного тока, не более, В при токе, не более, А	30 3 220 1
Число каналов с интерфейсами RS-232/RS485, не менее	4
Скорость обмена по последовательному каналу: RS-232/ RS-485 , бод	от 1200 до 115200
Длина 2-проводной линии связи RS-485, не более, м	1200
Связь с ПЭВМ или другими устройствами верхнего уровня, (протокол обмена MODBUS RTU)	по RS-232, RS-485, модему
Потребляемая мощность от источника электропитания (с включенными исполнительными устройствами), не более, Вт	80
Питание от промышленной сети переменного тока с частотой (50±1) Гц, напряжением , В	220 +10/–15%
Выходное напряжение аварийного источника питания постоянного тока, В	24 — 28
Время обеспечения непрерывной работы от аварийного источника электропитания включая обеспечение энергией исполнительных устройств при емкости аварийного источника 100 А · час, не менее, час	40
Диапазон рабочих температур, °C	от минус 10 до плюс 60
Габариты, не более: высота, мм ширина, мм глубина, мм	1 800 8 00 4 00
Масса, кг, не более	70

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ГРПБ

М. А. Балаев, главный конструктор

Наряду с выпуском газорегуляторных пунктов блочных исполнения ГРПБ завод «Газпроммаш» проектирует и изготавливает ГРП в сборно-разборных зданиях модульного типа. Это позволяет размещать газовое оборудование больших габаритных размеров с условными диаметрами труб 400 мм и более, в частности, оборудование для ТЭЦ, в зданиях, отвечающих современным требованиям архитектуры, СНиП 42-01-2002 «Газораспределительные системы», ПБ 12-529-03 «Правилам безопасности систем газораспределения и газопотребления» и другим нормативным документам.

Единое сборное здание, в отличие от нескольких отдельностоящих блок-боксов, позволяет компактно размещать на площадке все оборудование; при этом немаловажную роль играет постоянно растущая цена на землеотвод.

ЗАВОД ВЫПОЛНЯЕТ ПОСТАВКИ:

- комплексно поставляются полностью все необходимые конструкции здания и газового оборудования;
- комплектно поставляются все изделия и материалы, необходимые для монтажа здания;

Всё оборудование поставляется укрупнёнными блоками, позволяющими упростить процесс монтажа.

ВИДЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПОЛНЕНИЙ ПО ГОСТ 15150-69:

- У1, но с температурой окружающего воздуха от минус 40 до плюс 45°C;
- \bullet XЛ1 с температурой воздуха наиболее холодной пятидневки до минус 60°С.

ПО ТРЕБОВАНИЮ ЗАКАЗЧИКА ГРПБ МОГУТ ИЗГОТАВЛИВАТЬСЯ СЛЕДУЮЩИХ ИСПОЛНЕНИЙ:

- с одной линией редуцирования и байпасом;
- с двумя линиями редуцирования (основной и резервной);
- с пятью и более линиями редуцирования (для ТЭЦ);
- с последовательно подключенными регуляторами, при этом давление снижается ступенчато;
 - с различной комбинацией регуляторов по типу и расходу;
- \bullet с системой автоматического регулирования и контроля параметров.

Давление на входе ГРП блочных — до 12 кгс/см².

Производительность (расход газа) — до 300 000 м \boxtimes /ч и более в зависимости от типа ГРПБ.

Условные проходы входного и выходного трубопроводов выбираются исходя из требуемой пропускной способности ГРПБ — от $\,$ DN 50 до $\,$ DN 700.

В ГРПБ применяется весь ряд регуляторов производства завода «Газпроммаш» и отечественных заводов, а также импортные регуляторы производства «Энергосистем» — Югославия, «Тартарини» — Италия.

ГРП блочные могут изготавливаться с коммерческим узлом учета расхода газа на базе счетчиков СГ-16М, TRZ. RVG, СВГ и других, а также на базе сужающих устройств с автоматической коррекцией по давлению и температуре с помощью электронных корректоров типа ЕК-260, СПГ-721, Гиперфлоу, Суперфлоу и др.

Узел учета изготавливается в соответствии с «Правилами по метрологии» ПБ-50.2-019-96.

Примером ГРП блочных в сборном здании блочно-модульного типа может служить ГРПБ-60 производительностью 60 000 м /ч, изготовленный и собранный в г. Сургуте («Сургутнефтегаз») для газоснабжения города (рисунок 1).

Газовое технологическое оборудование в полном объеме было изготовлено и испытано на заводе, а затем разделено на блоки, удобные для транспортирования.

Монтаж блоков и металлоконструкций здания производились на месте (рисунок 2).

Стены и крыша были выполнены из негорючих строительных трехслойных панелей типа «Венталл-С» с минераловатным утеплением (рисунок 3). Толщина панелей определяется по условиям района эксплуатации.



Рисунок 1. ГРПБ-60, г. Сургут



Рисунок 2. Монтаж ГРПБ-60 на объекте



Рисунок 3. Монтаж здания ГРПБ-60



Рисунок 4. Сборка блок-модулей ГРПБ-54

Технические характеристики ГРПБ-60

Наименование параметра или характеристики	Величина
Рабочая среда	Попутный нефтяной газ
Давление газа на входе, МПа (кгс/см²), не более	0,7 (7)
Технологическое давление газа, МПа	0,7
Давление газа на выходе, МПа, не более	0,6
Максимальная пропускная способность ГРПБ при γ=0,73 кг/м , t°=20°С, м /ч, не более — зимой — летом	60 000 10 000
Температура газа на входе в ГРПБ, °С	от минус 10 до плюс 15
Система обогрева	Автономная, от электронагревателей взрывозащищенных ОВЭ-4
Температура воздуха внутри ГРПБ, °С	не ниже 5
Учет расхода газа	Измерительный комплекс ИК с корректором СПГ-761 на базе сужающего устройства УСБ-400
Диаметр условного прохода счетчика газа, мм	400
Учет малого расхода газа	Измерительный комплекс СГ-ЭКВз-Т-2,0-400/1,6
Диаметр условного прохода счетчика CГ-ЭК, DN мм	100
Площадь застройки ГРПБ, м², не более	132
Строительный объем ГРПБ, м , не более	488
Габаритные размеры ГРПБ (длина, ширина, высота), мм, не более	23700×12560×4570
Масса, т, не более	76

Пункт газорегуляторный блочный ГРПБ-54, изготовленный для Нефтеперерабатывающего завода, г. Рязань, состоит из двух блокмодулей, собранных у заказчика (рисунки 4—6).

Производительность — 54 000 м /ч.

Отопление — водяной котел АОГВ в отдельном помещении за газонепроницаемой стенкой.



Рисунок 5. ГРПБ-54 в сборе



Рисунок 6. Транспортировка к заказчику блок-модулей ГРПБ-54

Технические характеристики ГРПБ-54

Наименование параметра или характеристики	Величина
Рабочая среда	Природный газ по ГОСТ 5542-87
Давление газа на входе, МПа (кгс/см²), не более	1,2 (12)
Давление газа на выходе, МПа, не более	0,6
Максимальная пропускная способность ГРПБ при γ=0,73 кг/м , t°=20°C, м /ч, не более	54 000
Система обогрева	Аппарат отопительный с водяным контуром АОГВ-11,6
Температура нагрева воды системы обогрева, °C	от 50 до 90
Учет расхода газа	Измерительный комплекс СГ-ЭК на базе счетчика газа TRZ G-4000
Диаметр условного прохода счетчика газа, мм	300
Учет расхода газа на отопление ГРПБ	Счетчик газа бытовой СГБ-G2,5
Диаметр условного прохода счетчика газа, DN мм	15
Габаритные размеры, мм, не более: — длина — ширина — высота(без вентиляционных труб с дефлекторами)	9740 5600 2970
Масса, т, не более	19

Общий вид ГРПБ-150 и его монтаж на объекте показаны на рисунках 7—9.

В настоящее время завод проектирует и изготавливает ГРП в сборном здании для ТЭЦ-2 г. Курск. В основу конструкции заложены принципы, отработанные на предыдущих изделиях данного класса.

Технические характеристики ГРПБ-150

Наименование параметра	Величина	
или характеристики		
Рабочая среда	Природный газ по ГОСТ 5542-87	
Давление газа на входе, МПа (кгс/см²)	1,2 (12)	
Давление газа на выходе, МПа (кгс/см²)	0,6 (6,0)	
Пропускная способность ГРПБ при γ=0,73 кг/м , t°=20°С, м /ч, не более	150 000	
Система обогрева	Автономная, от аппарата отопительного с водяным контуром	
Номинальное давление для системы обогрева, Па (мм вод. ст.)	1300 (130)	
Температура воздуха внутри ГРПБ, °С, не ниже	5	
Расход газа для системы обогрева, м /ч	1,18	
Учет расхода газа	нет	
Потребляемая мощность, кВт, не более	1	
Очистка газа от механических примесей	Фильтр	
Габаритные размеры ГРПБ (длина, ширина, высота), мм, не более	12200×5800×4120	
Масса, т, не более	38	



Рисунок 7. ГРПБ-150 на объекте



Рисунок 8. Монтаж (стыковка) блоков на фундаменте ГРПБ-150, г. Ростов-на-Дону



Рисунок 9. Крыша здания перед монтажом ГРПБ-150, г. Ростов-на-Дону

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫМИ ПУНКТАМИ И ПУНКТАМИ УЧЕТА ГАЗА

В. Е. Пальгов, начальник отдела автоматизации и программного обеспечения С. А. Долматов, ведущий конструктор

В рамках национального проекта по газификации регионов России к 2008 году подача природного газа должна быть осуществлена в 1120 населенных пунктов. Также будут переведены на природный газ около 20 тыс. коммунально-бытовых предприятий (больницы, детские сады, школы и т.д.), более 5 тыс. сельских и поселковых отопительных котельных, более 500 сельскохозяйственных предприятий. Такой объем строительства магистральных газопроводов-отводов влечет за собой ввод в эксплуатацию значительного количества новых газораспределительных и газорегуляторных пунктов, а также частичную реконструкцию уже существующих. Эти объекты, в соответствии с современными требованиями по информационному обеспечению и безопасности, должны оснащаться средствами КИПиА и АСУ ТП. И, если на газораспределительных станциях, большая часть которых находится в ведении ООО «Газпром», присутствуют полномасштабные системы автоматизированного управления (САУ ГРС), то на газорегуляторных пунктах и пунктах учета газа оборудование КИП сводится к набору показывающих и регистрирующих приборов.

Существующее отставание в информационном обеспечении газораспределительных сетей низкого давления можно исправить внедрением промышленных контроллеров и программно-технических средств общепромышленного применения, которые в последнее время в большом количестве появляются на российском рынке. Выбор программно-технических средств и создание на их основе распределенной системы управления газорегуляторными пунктами должен сопровождаться всесторонним анализом технических характеристик, а также показателей надежности и стоимости.

Сейчас уже никого из участников процесса газораспределения не надо убеждать в необходимости применения систем автоматики и телемеханики на уровне районного газового хозяйства. Актуальной задачей становится выработка единых требований к техническим и метрологическим характеристикам таких систем, согласование процесса информационного обмена между различными уровнями автоматизации.

В последнее время на Российском рынке стали появляться системы, предназначенные для размещения в газорегуляторных пунктах. Наиболее известными из них являются автоматизированная система коммерческого учета и управления расходом газа на базе аппаратнопрограммного комплекса телеметрии «СТЕЛ» производства ООО НПП «Турботрон» г. Ростов-на-Дону и автоматизированная система диспетчерского контроля на базе аппаратно программного телеметрического комплекса «ТЕЛУР-Г-G» производства ЗАО НПП «Радиотелеком». Однако, при всех достоинствах указанных систем, контролируемые пункты нижнего уровня (контроллер объекта «Стел» и контролируемый пункт ОКП-Г-G) осуществляющие сбор первичной информации с объектов газового хозяйства, в ряде случаев имеют ограниченные возможности при подключении датчиков и исполнительных устройств.

Большой опыт специалистов завода «Газпроммаш» в области разработки и внедрения систем автоматизированного управления газораспределительными станциями с учетом пожеланий эксплуатирующих организаций позволил сконструировать современный шкаф контроля и управления газорегуляторным пунктом блочного исполнения (ШКУ ГРПБ) и запустить его в производство.

ШКУ ГРПБ ОТВЕЧАЕТ ВСЕМ ТРЕБОВАНИЯМ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ И МОЖЕТ ВЕСТИ НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ СЛЕДУЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ (МИНИМАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ):

- \bullet температура газа на входе (4 20mA);
- давление газ на входе (4 20mA);
- температура газа на выходе (4 20 mA);
- \bullet давление газа на выходе (4 20mA);

- температура теплоносителя в системе отопления (4 20 mA);
- \bullet температура воздуха внутри блока (4 20mA);
- перепад давления на сетке фильтра (4 20 mA);
- \bullet напряжение аккумуляторных батарей блока бесперебойного питания (0 30B);
- загазованность технологического отделения по метану («сухой контакт»);
- загазованность отопительного отделения по метану и СО («сухой контакт»);
 - пожарная сигнализация в технологическом отделении;
 - пожарная сигнализация в отопительном отделении;
 - пожарная сигнализация в отделении КИПиА;
 - вскрытие технологического отделения («сухой контакт»);
 - вскрытие отопительного отделения («сухой контакт»);
 - вскрытие отделения КИПиА («сухой контакт»)
 - сигнализация наличия основного питания («сухой контакт»).

КРОМЕ ТОГО ШКУ ГРПБ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ:

- внешним табло загазованности помещения ГРПБ;
- циркуляционным насосом системы отопления;
- предохранительным клапаном подачи газа на водогрейный котел
- аварийной светозвуковой сигнализацией;
- электроуправляемой запорной арматурой (при ее наличии).

Одним из главных условий надежного и устойчивого газоснабжения потребителей и повышения эффективности реализации программы газификации является максимально точный учет потребляемого газа. ШКУ ГРПБ может быть настроен на считывание информации от любых устройств коммерческого учета расхода газа, таких как: «Суперфлоу-2Е», «Суперфлоу-21В», «Гиперфлоу-3Пм», ЕК-260, СПГ761 и др. При этом производится регистрация текущего расхода газа, суточного расхода газа, расхода газа за установленный период.

Ведется также учет потребленной электроэнергии по числоимпульсному или цифровому интерфейсу от счетчика, установленного в электротехническом шкафу.

Автоматика ГРПБ снабжена устройством бесперебойного питания,

обеспечивающим полную функциональность оборудования во время отсутствия основного питания. Информация по питанию от основного или резервного источника, а также уровень напряжения аккумуляторных батарей доступны для считывания на верхнем уровне автоматизации.

Коммуникационные возможности ШКУ ГРПБ позволяют интегрировать его в любую централизованную систему сбора информации о расходе энергоносителей и управления по заданному алгоритму благодаря поддержке стандартных протоколов Modbus RTU и Modbus ASCII и информационному обмену как по коммутируемым телефонным каналам, так и по каналам мобильной связи GSM.

Такими шкафами управления, по требованию заказчика, комплектуются ГРПБ производства завода «Газпроммаш». Однако, ШКУ ГРПБ может быть сконфигурирован также и для газорегуляторного пункта или пункта учета газа любого другого производителя.

Основные технические характеристики:

	r
Число каналов ввода аналоговых сигналов (не менее)	8
Число каналов ввода дискретных сигналов (не менее)	16
Число каналов дискретного управления (не менее)	8
Уровень входных аналоговых сигналов, мА	4 — 20mA
Входное сопротивление аналоговых каналов, Мом, (не менее)	20
Параметры выходных сигналов управления: — напряжение постоянного тока, В, (не более) — при токе, А, (не более) — напряжение переменного тока, В, (не более) — при токе, А, (не более)	30 5 250 5
Питание от источника постоянного тока напряжением, В	20 — 28
Потребляемая от источника электропитания мощность (с включенными исполнительными устройствами), ВА, не более	80
Габаритные размеры, мм, не более	800×600×400
Масса, кг, не более	80

Обмен данными с системами верхнего уровня автоматизации осуществляется через последовательные порты по протоколу обмена MODBUS RTU. При необходимости, по техническому заданию заказчика (в карте заказа или на стадии проектных работ) уточняются: протокол обмена, структура информации и физический интерфейс (RS-232, RS-485 или иной канал связи).

Конструктивно шкаф контроля и управления собран в металлическом шкафу. В нем располагаются: промышленный контроллер, искрозащитные барьеры, приборы контроля загазованности, модем (GSM, радио или проводной), клеммные соединители и кабельные вводы в нижней части шкафа для расключения кабелей от датчиков и исполнительных устройств ГРПБ. На лицевой панели шкафа расположены световые индикаторы и кнопка сброса аварийно-предупредительной сигнализации. (Рисунок 1)

Модули ШКУ ГРПБ связаны жгутами с клеммными соединителями, через которые осуществляется подключение кабелей от технологического оборудования ГРПБ. (Рисунок 2)

Структура ШКУ ГРПБ на основе промышленного контроллера I-8000 фирмы ICP DAS, а также подключение ШКУ к внешним устройствам приведены на рисунке 3.



Рисунок 1. Внешний вид ШКУ ГРПБ.



Рисунок 2. Внутренняя компоновка блоков и модулей ШКУ ГРПБ.

Исходя из пожеланий заказчика ШКУ ГРПБ может быть построен также и на базе других промышленных контроллеров. Тип контроллера согласовывается на стадии заказа ГРПБ. Специалисты завода «Газпроммаш» имеют опыт применения контроллеров Allen Bradley, Siemens, Schneider Electric, Advantech, ICP DAS и их аналогов российского производства.

Повсеместное внедрение АСУ ТП, оснащение системами автоматики существующих пунктов учета газа и газорегуляторных пунктов, выработка и реализация оптимальных алгоритмов управления в системе газораспределения должны обеспечить бесперебойную и безопасную подачу и использование газа, улучшение технико-экономических показателей в системах газоснабжения, ускорение реализации национального проекта по газификации регионов России. Специалисты завода «Газпроммаш» готовы в любых объемах способствовать решению этой задачи на самом современном уровне.

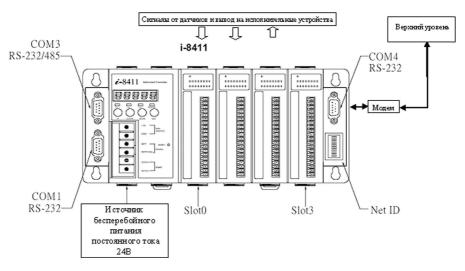


Рисунок 3. Структура ШКУ ГРПБ на основе промышленного контроллера I-8411 фирмы ICP DAS.

МАТЕРИАЛЫ 2-Й ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЮ

В апреле 2007 г. в Саратове прошла 2-ая Всероссийская конференция молодых специалистов по газораспределению и газопотреблению «Использование нового оборудования, новых технологий и технологических процессов при газораспределении».

На конференции, в числе других участников со своими докладами выступили молодые специалисты завода «Газпроммаш».

РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

 $C.\ A.\ Окороков$ (руководитель работы $H.\ M.\ \Phi$ ролов), зам. главного конструктора)

Одним из основных элементов любой газовой сети являются регуляторы давления газа. ООО Завод «Газпроммаш» разработал и выпускает широкую гамму самых разнообразных по конструкции и назначению приборов.

Так, домовые регуляторы РДГД-20, предназначенные для работы в диапазоне выходных давлений от 0,001 до 0,005 МПа, при расходах от 0 до максимальных значений, являются надежно зарекомендовавшими себя приборами. Отключающее устройство, применяемое на регуляторах этой серии, используется и в регуляторах РДНК-50 и РДУ-32. Одно из исполнений данного отключающего устройства защищено патентом.

Регуляторы типа РДГ и РДБК выпускаются с условным проходом от

50 до 200 мм, причем корпусные детали изделий с условным проходом 50 мм изготавливаются только из алюминиевых сплавов, что позволяет эксплуатировать регуляторы без подогрева при температуре до -40 °C.

Регуляторы давления типа РДГ унифицированы с регуляторами РДБК и клапанами КПЗ по конструктивным признакам и имеют между собой унификацию, доходящую до 95%.

Регуляторы типа РДГ и РДБК полностью унифицированы по таким важнейшим узлам, как регуляторы управления, стабилизаторы, мембранные камеры отключающих устройств и др., что позволяет с одной стороны улучшить качество изготовления, а с другой повысить ремонтопригодность изделия.

В настоящее время вместо регуляторов типа РДГ, РДБК и регуляторов малой пропускной способности типа РД-32 все чаще находят применение более совершенные регуляторы типа РДНК и РДСК с встроенными устройствами позволяющими улучшать характеристики регуляторов. Это устройства компенсирующие изменение входного давления. Устройства этого типа позволяют применять седла увеличенных сечений без ухудшения качества регулирования, но с повышением пропускной способности регуляторов в 2-3 раза. Так, регуляторы типа РДНК-50, за счет применения запатентованных решений, обеспечивают пропускную способность, соответствующую пропускной способности пилотного регулятора типа РДБК с седлом Ø 20 мм, но при этом имеют в своем составе также предохранительно-сбросной клапан и предохранительный запорный клапан (отключающее устройство). Фактически регуляторы типа РДНК и РДСК имеют в своем составе полный набор предохранительно-регулирующего оборудования, необходимого для газоснабжающей установки.

Разработаны и применены механические корректирующие устройства, которые активно воздействуют на дросселирующий орган и способствуют коррекции выходного давления, повышая точность поддержания выходного давления. В простейших регуляторах давления, относящихся к классу домовых, нашел широкое применение принцип ижекционного корректирования выходного давления, позволяющий улучшать выходные характеристики регуляторов давления.

Кроме вышеперечисленных изделий, ООО Завод «Газпроммаш» производит регуляторы типа РДУ-80, надежно зарекомендовавшие себя в газораспределительных станциях (ГРС), работающих на входных давлениях до 8 МПа.

Также в ООО Завод «Газпроммаш» разработаны и запатентованы

компенсирующие фланцы, обеспечивающие удобство демонтажа газового оборудования для обслуживания и ремонта.

В настоящее время ООО Завод «Газпроммаш» осваивает производство регуляторов серий РД-16 и РД-100 на средние и большие расходы. Эти регуляторы являются альтернативой регуляторам серий РДГ и РДБК. Регуляторы серий РД-16 и РД-100 имеют мембранный регулирующий орган позволяющий гарантировать качественное редуцирование газа в диапазоне от 0 до 100% пропускной способности регулятора и неравномерность регулирования не хуже 2,5%.

Регуляторы серий РД-16 и РД-100 разрабатываются на условные проходы от 25 до 200 мм. Эти регуляторы, построенные по модульному принципу, будут выпускаться в различной комплектации: как с встроенным отключающим устройством и шумогасителем, так и без них. В регуляторах серий РД-16 и РД-100 применен шумогаситель в виде перфорированного патрубка, на преодоление которого и расходуется энергия звуковых колебаний. В перфорированном патрубке происходит гашение турбулентных волн, формирование отдельных газовых струй, истекающих через ряд перфорированных отверстий. Таким образом, стабилизируется поток газа и снижается шум на 10–25 дБ.

Параллельно с проектированием регуляторов серий РД-100 и РД 16 ООО Завод «Газпроммаш» осваивает выпуск регуляторов с поршневыми затворами, которые, в сочетании с принципиально новой системой управления, по эксплуатационным характеристикам будут превосходить все существующие регуляторы давления. Подобные изделия выпускают известные фирмы Tartarini и RMG, но в отличие от зарубежных аналогов, регуляторы завода «Газпроммаш» по ценовому ряду будут гораздо доступнее для российских потребителей.





РД-100 РДУ-80

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ШАРОВЫХ КРАНОВ И ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. М. Перепёлкина (руководитель работы В. А. Ломовцев, зам. главного конструктора)

КРАНЫ ШАРОВЫЕ

Завод «Газпроммаш» серийно выпускает шаровые краны, которые могут использоваться на трубопроводах с различными рабочими давлениями.

Так, например, наиболее широко применяются в газовой обвязке газорегуляторных пунктов шаровые краны КШ 32 и КШ 50 с рабочим давлением до 1,6 МПа (16 кгс / см2), корпуса и затворы (шары), которых отлиты из алюминиевого сплава АК7. Главной отличительной особенностью этих кранов является особо прочное оксидное покрытие рабочей поверхности затворов (шаров), наносимое в реакторах с использованием токов высокого напряжения (до 12 кВ). Указанное покрытие запатентовано и является «ноу-хау» завода «Газпроммаш». Другой запатентованной особенностью этих кранов является наличие на фланцах специальных приливов, в которых могут быть выполнены отверстия для отбора газа на манометры или на другие цели. Уплотнительные сёдла этих кранов выполнены из полиуретана СКУ ПФЛ-100, который обладает более высокой износостойкостью, чем фторопласт и другие уплотнительные материалы, что в сочетании с высокой прочностью рабочей поверхности затворов (шаров) обеспечивает не только высокую надёжность и долговечность в работе, но и позволяет использовать эти краны для работы (на определённое время) в дросселирующем режиме, например на байпасных линиях ГРП. В этом случае краны оснащаются специальным рычажно-винтовым приводом, в конструкции которого использован принцип «качающей гайки», позволяющий выдержать минимальные зазоры в механизме и тем самым обеспечить более точное позиционирование затвора при дросселирование. Такие краны могут поставляться как с круглыми, так и с квадратными фланцами.

Продолжением типоразмерного ряда кранов, работающих на давлении до 1,6 МПа (16 кгс / cm^2), являются краны КШ 80 и КШ 100,



Кран шаровой КШ 150/80



Краны шаровые производства завода «Газпроммаш»

корпуса которых выполнены из стальной трубы, а затворы (шары) из алюминия. Так как эти краны оснащены уплотнительными сёдлами из полиуретана, а затворы (шары) имеют твёрдое оксидное покрытие рабочей поверхности, они обладают теми же преимуществами, что и описанные выше. Их конструктивной особенностью является возможность оснащения поворотными фланцами или же установка кранов без фланцев (на шпильках). Все стальные детали этих кранов имеют стойкое антикоррозионное покрытие.

Завод «Газпроммаш» выпускает также шаровые краны, с рабочим давлением до 8,0 МПа (80 кгс / см²). Типовым представителем этих изделий является кран шаровой КШ 150 / 80. Так как данный кран пользуется наибольшим спросом на газораспределительных станциях, его корпус для повышения ремонтнопригодности, выполнен из двух частей с разъёмом по оси вращения шаровой пробки. Корпусные детали крана выполнены из кованой стали (09Г2С), а шаровая пробка — из нержавеющей стали (40X13), прошедшей специальную термическую обработку (закалку) для повышения твёрдости рабочей поверхности. Кран полностью соответствует требованиям технической спецификации ОТС-3РА-98 ОАО «Газпром». Отличительной особенностью этого крана является оригинальная конструкция седла, обеспечивающая надёжную герметизацию шаровой пробки и защиту полиуретанового уплотнителя от эрозии под воздействием абразивных частиц, присутствующих в газе. Сёдла работают следующим образом. При низком давлении герметичность обеспечивается усилием пружин. Этого усилия достаточно для герметизации шаровой пробки, а поскольку торцевая поверхность полиуретанового уплотнителя, находящая в контакте с шаровой пробкой имеет сферическую поверхность, что обеспечивает минимальную площадь контакта; При высоком (рабочем) давлении герметичность обеспечивается за счёт усилия, создаваемого перепадом давления. В конструкции седла предусмотрена возможность подачи уплотнительной смазки в зону герметизации, что позволяет при возникновении протечки быстро локализовать её и тем самым восстановить работоспособность крана. Все поверхности корпуса и других деталей имеют защитное покрытие. Кран укомплектован рычажно-винтовым приво дом, который установлен на универсальном фланце, позволяющим также установку любых других типов приводов. Шаровой кран КШ 150 / 80 с положительным результатом прошёл приёмочные испытания и рекомендован в серийное производство постоянно действующей комиссией по проведению испытаний

запорно-регулирующей арматуры, применяемой на объектах ОАО «Газпром»

Конструкция крана защищена патентами РФ.

Для широкого применения в обвязке газового оборудования раз работан ряд шаровых кранов с условными проходами DN10, 15, 20, 25, 32 на рабочее давление 10 МПа (100 кгс / см²). Краны данного ряда имеют конструктивную особенность, позволяющую просто и надёжно защитить седло от эрозионного износа и тем самым существенно увеличить срок службы изделия.

ФИЛЬТРЫ ГАЗОВЫЕ

Завод «Газпроммаш» серийно выпускает фильтры газовые, которые имеют различные конструктивные исполнения. Например, поставлены на производство фильтры с условными проходами DN 32, DN 50, DN 80 и рабочим давлением PN 1,6 МПа (16 кгс / см²), корпуса которых выполнены из алюминиевого литейного сплава АК7. При этом корпуса фильтров могут иметь как линейное (прямое) расположение фланцев, так и угловое. Отличительной особенностью этих фильтров является наличие на входном и выходном фланцах приливов, в которых могут быть выполнены отверстия для отбора газа на манометры или на другие цели. В зависимости от степени очистки фильтры могут быть оснащены любым из трёх видов фильтрующих элементов, выполненных из следующих материалов:

- полутомпаковая сетка (0,25 мм);
- нержавеющая сталь (0,1 мм);
- полипропиленовые волокна (10 мкм).

Фильтр с полипропиленовым фильтрующим элементом рекомендуется применять перед счетчиками газа.

Конструкция фильтров защищена патентами РФ.

Выпускаются также фильтры с условными проходами DN32, DN50, DN80, DN100, DN150, DN200 и рабочим давлением PN 1,6 МПа (16 кгс/см²), корпуса которых выполнены сварными из стальной трубы и эллиптического днища. Корпуса фильтров герметизируются крышкам, также выполненными из эллиптического днища и фланца. Внутри корпусов на цилиндрическом каркасе из стержней («беличье колесо») установлен фильтрующий элемент. Каркас обеспечивает механическую устойчивость фильтрующего элемента при повышенном (до 1000 мм вод. ст.) перепаде давления. В зависимости от требуемой степени

фильтрации, эти элементы могут быть выполнены из различных материалов, указанных выше. Для контроля перепада давления на фильтрующем элементе, входной и выходной патрубки корпуса фильтра оснащены штуцерами с трубной цилиндрической резьбой G 1/2". Для удаления конденсата и загрязнений из корпуса в эллиптическом днище имеется отверстие, закрытое пробкой. Фильтры могут изготавливаться в исполнениях с вертикальным или горизонтальным расположением оси корпуса. Начиная с условного прохода DN80 и выше, фильтры имеют каркасы, для крепления в оборудовании.



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ

С. Г. Рожков

(руководитель работы М. А. Балаев, главный конструктор)

Пункты газорегуляторные блочные (ГРПБ) получили широкое применение в связи с ускоренной газификацией природным газом Российской Федерации и стран ближнего зарубежья. ГРПБ предназначены для снижения давления природного газа ГОСТ 5542-67 после ГРС до требуемого и поддержания его на заданном уровне в системах газоснабжения (жилых, коммунально-бытовых зданий, промышленных, сельскохозяйственных и других объектов), с одновременным коммерческим учетом расхода газа.

ГРПБ предназначены для редуцирования высокого давления газа до заданного значения и поддержание его с определенной точностью при изменении входного давления или расхода газа, а также для очистки газа от механических примесей, измерения и регистрации расхода газа. ГРПБ изготавливаются с учетом требований СНиП 42-01-2002 «Газораспределительные системы» и ПБ 12-529-03 «Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления»

Виды климатических исполнений по ГОСТ 15150-69:

- У1 с температурой окружающего воздуха от 40 до +45 °C;
- XЛ1 с температурой воздуха наиболее холодной пятидневки до минус 60 °C.

Расчетная нагрузка от снегового покрова для IV географического района 240 кгс / см². Нормативная нагрузка от ветрового давления для IV географического района 48 кгс / см².

В настоящее время разрабатывается типовой проект ГРПБ (боксмодуля) для регионов с сейсмичностью до 9 баллов.

По требованию заказчика ГРПБ могут изготавливаться следующих исполнений:

- с одной линией редуцирования и байпасом;
- с двумя линиями редуцирования (основной и резервной);
- с последовательно подключенными регуляторами, при этом давление снижается ступенчато;

- с различной комбинацией регуляторов по типу и расходу;
- \bullet с системой автоматического регулирования и контроля параметров.

Давление на входе ГРП блочных — до 12 кгс/см 2 .

Производительность (расход газа) — до 150 000 м /ч и более в зависимости от типа ГРПБ.

Условные проходы входного и выходного трубопроводов выбираются исходя из требуемой пропускной способности ГРПБ — от DN 50 до DN 700.

В ГРПБ применяется весь ряд регуляторов производства ООО Завод «Газпроммаш» и отечественных заводов, а также импортного производства: «Энергосистем», Югославия, «Тартарини», Италия.

ГРП блочные могут изготавливаться с коммерческим узлом учета расхода газа на базе счетчиков СГ-16M, TRZ. RVG, СВГ и других, а также на базе сужающих устройств с автоматической коррекцией по давлению и температуре с помощью электронных корректоров типа ЕК-260, СПГ-721, Гиперфлоу, Суперфлоу и др.

Узел учета изготавливается в соответствии с «Правилами по метрологии» ПБ-50.2-019-96.

ГРП блочные по согласованию с заказчиком могут состоять из следующих отдельных помещений, разделенных газонепроницаемыми стенками:

- технологического;
- технологического и отопительного;
- технологического, отопительного и отделения телемеханики и КИПиА.

По требованию заказчика телемеханика и КИПиА могут располагаться в отдельно стоящем блоке.

Оборудование ГРПБ может быть размещено в нескольких боксмодулях или в сборном здании блочно-модульного типа.

Степень огнестойкости здания — III, класс конструктивной пожарной опасности — C1 согласно СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Вентиляция — согласно требованиям «Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления» ПБ 12-529-03 в блоке предусмотрена естественная приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая трехкратный воздухообмен в час.



Компоновка блочного автоматизированного газорегуляторного пункта



ГРПБ-75 готов к отгрузке

В блоке имеются легко сбрасываемые конструкции остеклений окон, выполняющие функции взрывных люков.

Отопление по выбору заказчика обеспечивается взрывозащищенными электронагревателями или отопительными котлами типа АОГВ и др.

Освещение — предусмотрено естественное и искусственное освещение, а также — аварийное. Электроосвещение — во взрывозащищенном исполнении. Имеется счетчик электроэнергии, предохранители, выключатели, УЗО.

Сигнализация — система непрерывного автоматического контроля загазованности выполнена на базе сигнализатора загазованности Стм-30. Имеется в наличии противопожарная и охранная сигнализация.

В последнее время внедрение новых технологий (новых измерительных комплексов для измерения расхода газа, новых контроллеров, новых датчиков) дало новый толчок в развитии газорегуляторных пунктов, как автономных, автоматизированных модулей, работающих без участия операторов (от ТО, до ТО), передающих необходимую информацию телеметрическим методом в соответствующие службы. Таким образом системы автоматизации активно развивались и стали важной частью газогегуляторных пунктов, что привело к появлению нового семейства — автоматизированных газорегуляторных пунктов.

Система автоматизации осуществляет: автоматическое управление режимами работы технологического оборудования; дистанционная выдача сигналов: аварийных при нарушениях режимов работы технологического оборудования, технологических: входное давление газа, выходное давление газа, перепад давления на фильтре, температура газа на входе, температура газа на входе, температура воздуха в бокс-модуле, температура теплоносителя в системе отопления, сигналы от датчиков загазованности (в технологическом отделении — по метану, в отопительном — по метану и по СО) и сигналов от приемно-контрольного охраннопожарного прибора (количество сигналов и способ вывода по согласованию с заказчиком).

— Контроль за охранно-пожарной сигнализацией. На дверях устанавливаются охранные датчики (вскрытия), срабатывающие от несанкционированного проникновения в помещение. В помещениях устанавливаются извещатели пожарные тепловые с порогом срабатывания от 700 °C, также устанавливается ручной пожарный извещатель (кнопка). Информация от этих приборов поступает в прибор приемно-

контрольный охранно-пожарный, который проверяет целостность проводов (шлейфов), выдает сигнал на срабатывание оповещателей пожарных звуковых и передает информацию на другой уровень.

- Контроль за загазованностью в помещениях (устанавливаются сигнализаторы загазованности настроенные на 2 порога срабатывания по метану в технологическом отделении, сигнализаторы загазованности настроенные на 2 порога срабатывания по метану и по СО в отопительном отделении, если есть АОГВ), информация от сигнализаторов поступает на взрывозащищенное табло «газ» через контроллер.
- Контроль давления на входе и на выходе газа, перепад давления газа на фильтре, температура газа на входе и на выходе в ГРПБ с возможной передачей информации на третий уровень;
- Коммерческий учет газа с возможной передачей информации на третий уровень;
- Контроль состояния и параметров системы электроснабжения (авария бесперебойного источника питания, наличие основного напряжения 220 В);
- Контроль температуры воздуха внутри ГРПБ , контроль температуры теплоносителя в системе отопления.
- Защиту оборудования от аварийных режимов работы (в случае аварии перекрывает отсечной клапан подачи газа на АОГВ);
 - Возможную передачу дополнительной информации на третий уровень.

Система пожаротушения осуществляет:

— перекрывание вытяжных вентиляционных каналов и жалюзи для притока воздуха при повышении температуры до 720 °C внутри бокс-модуля, прекращая доступ кислорода в помещения. При повышении температуры до 720 °C срабатывают огнетушители, смонтированные внутри бокс-модуля.

Огнетушители выполнены в виде разрушающейся колбы из травмобезопасного стекла, наполненной жидким огнетушащим веществом, при нагревании интенсивно переходящим в газовую фазу.

Способ срабатывания: комбинированный способ тушения: быстрое удаление кислорода из зоны горения, охлаждение горящей повер-хности, создание защитной пленки, предотвращающей повторное возгорание, тушение тлеющих очагов.

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

Директор

Зам. генерального директора по НИОКР

Зам. генерального директора по проектным работам

Главный инженер

Зам. генерального директора по коммерции

Руководитель департамента оборудования магистральных трубопроводов

Руководитель департамента газификации и теплоснабжения Кузьмин

Владимир Алексеевич

Ковалёв

Борис Кириллович

Шестипёрстов Леонид Фёдорович

Лазарев

Владимир Иванович

Агабабян

Владимир Енокович

Васильев

Андрей Владимирович

Курнев

Николай Александрович

Россия, 410031, г. Саратов, ул. Московская, 44

Департамент оборудования магистральных трубопроводов	+7 (8452) 961-333 +7 (8452) 961-336
Департамент газификации и теплоснабжения	+7 (8452) 949-929 +7 (8452) 949-930
Приемная	+7 (8452) 961-337
Адрес в Интернет	www.gazprommash.ru
Электронная почта	gazprommash@mail.ru gpm@renet.ru

