ЗАВОД
ГАЗПРОММАШ
САРАТОВ

ВЕСТНИК ГАЗПРОММАША

статьи, доклады, сообщения

ЕЖЕГОДНОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

ВЫПУСК 4

САРАТОВ 2010

ВЕСТНИК ГАЗПРОММАША/под общей редакцией Б.К. Ковалёва/: статьи, доклады, сообщения. Ежегодное научно-техническое издание. Выпуск 4. Саратов, 2010. 114 с.

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

Рассмотрены вопросы разработки и производства современного оборудования для газораспределительных станций магистральных газопроводов, блоков подготовки газа и объектов газоснабжения. Описан опыт взаимодействия завода «Газпроммаш» с эксплуатационными службами газотранспортных предприятий. Выполнен сравнительный экономический анализ строительства ГРС объединенно-блочной и раздельно-блочной компоновки. Освещены новые подходы к модернизации газорегулирующего оборудования и его элементной базы. Приведена информация об изделиях для газораспределительного и газоиспользующего оборудования, работающего на сжиженных углеводородных газах. Продолжен анализ современных тенденций развития систем автоматического управления и телеметрии в газовой промышленности. Сформулирована концепция построения мобильного узла подачи газа для временного газоснабжения потребителей при капитальном ремонте ГРС и обозначены пути ее практической реализации. Представлены фоторепортажи с производственной площадки завода и со строящихся в рамках Олимпийской программы газораспределительных станций на газопроводе «Джубга-Лазаревское-Сочи».

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к четвертому выпуску «Вестника Газпроммаша». 6

Опыт взаимодействия завода «Газпроммаш»
с эксплуатационными службами
газотранспортных предприятий 8

Посещение завода «Газпроммаш» представителями Газпрома
(фоторепортаж) 14

Технико-экономическое сравнение вариантов строительства
объединенно-блочной и раздельно-блочной АГРС 24

Вопросы модернизации газорегулирующего оборудования
и повышение его надежности. 33

Технический аудит изготовления промышленного
газового оборудования –
как средство оценки надежности, безопасности и качества. 41

Шеф-монтажные работы на газораспределительных станциях
газопровода Джубга-Лазаревское-Сочи (фоторепортаж) 46

Современные тенденции развития систем автоматического
управления и телеметрии в газовой промышленности. 52

Развитие системы GSM – мониторинга
объектов газового хозяйства 58

Мобильный узел подачи газа для временного газоснабжения потребителей при капитальном ремонте ГРС. 64

Организация и проведение заводских испытаний теплотехнической продукции 74

Разработка газоводяных теплообменников ГПМ-ТГ для газораспределительных станций 79

Модернизация элементной базы газорегуляторного оборудования в условиях серийного производства 85

Изделия завода «Газпроммаш» для газораспределительного и газоиспользующего оборудования, работающего на сжиженных углеводородных газах 90

Современный автоматизированный одоризатор метанола. 105

Советы молодым 108

Контактные данные. 112

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ВЫПУСКУ «ВЕСТНИКА ГАЗПРОММАША»

Р.Е. Агабабян,
генеральный директор

Начало текущего года, несмотря на многочисленные заявления политиков о якобы наметившимся экономическом подъеме отечественной промышленности, не принесло машиностроителям газовой отрасли заметных улучшений. Потенциальные российские заказчики промышленного газового оборудования по-прежнему испытывают нехватку средств на приобретение новых изделий для строительства новых или для реконструкции действующих объектов. В этих условиях неизбежно обостряется конкурентная борьба за немногочисленные, обеспеченные материальными средствами, заказы.

Заводу «Газпроммаш» удалось выиграть тендер на изготовление и поставку четырех газораспределительных станций для строящегося в рамках Олимпийской программы газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи». Однако для полноценного функционирования и развития производства этих объемов явно недостаточно, поэтому нашим ме-

неджерам приходится постоянно вести маркетинговые исследования рынка и находить все новых потребителей заводской продукции, как в российских регионах, так и за рубежом. Таким образом, география поставок изделий завода «Газпроммаш» расширяется. Зимой, наряду с вышеупомянутыми ГРС, была изготовлена крупная партия газорегулирующего оборудования для объектов газоснабжения Туркменистана. Растет число наших заказчиков в республике Казахстан. Ближе к лету началось некоторое оживление и на российском рынке газового оборудования. Причем с недавнего времени в число потребителей изделий завода «Газпроммаш» вошли и отдаленные регионы России – Восточная Сибирь, Камчатка, Хабаровский край.

В текущем году наиболее важными для коллектива завода «Газпроммаш» событиями можно считать следующие:

- изготовление и отгрузка газораспределительных станций для газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи»;
- посещение завода участниками совещания в Саратове представителей газотранспортных организаций ОАО «Газпром» с участием руководителей Управления по транспортировке газа и газового конденсата, а также других подразделений ОАО «Газпром», в целях ознакомления с производством новейшей продукции;
- дооснащение станочного парка новым обрабатывающим центром, произведенным в Швейцарии;
- организация обучения персонала, эксплуатирующего изделия завода «Газпроммаш» на действующих объектах;
- новые разработки промышленного газового оборудования;
- модернизация выпускаемой запорной и регулирующей арматуры, в соответствии с современными требованиями;
- благоустройство прилегающих к заводу территорий, проведение мероприятий по улучшению условий труда и быта.

Подробнее о содержании вышеуказанных работ и мероприятий рассказывается на страницах четвертого выпуска Вестника Газпроммаша. Здесь содержится также и другая информация, которая, как нам кажется, привлечет внимание не только работников завода, но и наших партнеров.

Приглашаем заинтересованных читателей поделиться своими соображениями по поводу содержания статей и докладов, подискутировать с авторами публикаций. Ваши письма или отдельные выдержки из них мы опубликуем (с вашего согласия) в следующем выпуске Вестника и, при необходимости, прокомментируем их.

ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАВОДА «ГАЗПРОММАШ» С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СЛУЖБАМИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

(Доклад на совещании руководителей ПОЭМГ и ГРС газотранспортных обществ ОАО «Газпром», Саратов, апрель 2010г.)

Б.К. Ковалев, *зам. директора по НИОКР*

Современный период технического развития газовой промышленности характеризуется довольно быстрым наполнением рынка газового оборудования высокотехнологичными автоматизированными изделиями и, одновременно, недостаточным количеством подготовленных специалистов для их наладки и обслуживания. В результате такой диспропорции, внедрение новейшего оборудования тормозится, а в целом ряде случаев достоинства запущенного в эксплуатацию оборудования используются далеко не полностью. Известны примеры, когда дорогостоящие автоматизированные одоризационные установки эксплуатируются в режиме обычной капельницы, а в шкафах контроля и управления ГРС нередко совсем не используется связь с информационно-управляющими системами верхнего уровня.

Кроме того, обслуживающему незнакомое оборудование персоналу не всегда бывает достаточно общетехнических знаний – требуются и некоторые специальные навыки. Очень часто попытки проведения пусконаладочных работ на новом оборудовании неподготовленными специалистами заканчиваются претензиями в адрес производителя, а представители завода-изготовителя, откликнувшиеся на эти претензии,

в свою очередь, не находят никаких неисправностей и запускают оборудование в работу с первого включения. Мы имеем немало подобных примеров при запуске в эксплуатацию подогревателей газа и одоризационных установок производства завода «Газпроммаш». Причем далеко не всегда, озвученные в претензиях, а иногда даже оформленные соответствующими актами, причины неработоспособности оборудования соответствуют первоначальным выводам обслуживающего персонала. Хотя, в целом ряде случаев, мы весьма признательны за своевременные сигналы с действующих объектов о выявленных недостатках.

Вместе с тем завод «Газпроммаш» имеет и много положительных примеров оперативного внедрения нового оборудования. В большинстве случаев это происходит, когда работы ведут квалифицированные наладчики, уже знакомые с данным типом оборудования или, когда специалистов завода-изготовителя изначально привлекают к проведению пусконаладочных работ. Кроме того, хорошо зарекомендовал себя опыт обучения сторонних специалистов в условиях завода «Газпроммаш» практическим навыкам наладки и технического обслуживания отдельных видов продукции с последующим закреплением полученных знаний при совместном с представителями завода проведении пусконаладочных работ на одном из реальных объектов (на договорных началах). В этом случае завод «Газпроммаш» выдает обученным специалистам соответствующий сертификат на право проведения пусконаладки и технического обслуживания указанных в сертификате видов изделий, с сохранением гарантийных обязательств, а также обеспечивает в дальнейшем техническую поддержку и всестороннюю консультационную помощь. Сертификат имеет ограниченный срок действия (как правило – 2 или 3 года), причем завод «Газпроммаш» оставляет за собой право на досрочное прекращение действия сертификата, при некачественном выполнении разрешенных работ. Дополнительным обязательным условием является аттестация специалистов, выполняющих работы на изделиях завода «Газпроммаш», органами Ростехнадзора в установленном порядке.

На заводе отработана форма краткосрочного (в зависимости от специализации и уровня подготовки специалистов) обучения небольших групп от 2 до 5 специалистов. В заявке на проведение обучения необходимо указывать должность каждого специалиста и стаж работы в газовой промышленности. После рассмотрения заявки, в адрес заявителя направляется Программа обучения с указанием предпочтительных сроков проведения занятий. В текущем году завод проводит обучение

СЕРТИФИКАТ

ГПМ № 003

Срок действия с 01.03.2010г. по 01.03.2012г.

Настоящим подтверждается, что специалисты ООО "Регионгазсервис" (г. Ухта), Белоусов А.А., Грушецкий А.А., получили практические навыки в наладке и обслуживании следующих видов продукции завода «Газпроммаш»:

1 | Подогреватели газа ГПМ-ПТПГ, ГПМ-ПГА
2 | Одоризаторы газа ОДДК
3 | Регуляторы давления газа

ООО Завод «Газпроммаш» предоставляет Белорусову А.А., Грушецкому А.А. право на проведение монтажа, пусконаладки и технического обслуживания вышеуказанных изделий с сохранением заводских гарантийных обязательств.

Дополнительные условия:

1. Специалисты выполняющие работы на изделиях завода «Газпроммаш» должны быть аттестованы органами Ростехнадзора в установленном порядке.
2. При неквалитетном выполнении оговоренных работ, ООО Завод «Газпроммаш» оставляет за собой право на досрочное прекращение действия настоящего сертификата.

Директор В.А. Кузьмин

Гл. инженер В.Н. Лазарев

Завод «Газпроммаш»
Россия, 410031, г.Саратов, т. (8452) 985600, 985601
http://www.gazprommash.ru

СЕРТИФИКАТ

ГПМ № 002

Срок действия с 01.11.2009г. по 01.11.2011г.

Настоящим подтверждается, что специалист ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Ухта», Мельников В.А., получил практические навыки в наладке и обслуживании следующих видов продукции завода «Газпроммаш»:

1 | Одоризаторы газа ОДДК

ООО Завод «Газпроммаш» предоставляет Мельникову В.А. право на проведение монтажа, пусконаладки и технического обслуживания вышеуказанных изделий с сохранением заводских гарантийных обязательств.

Дополнительные условия:

1. Специалисты выполняющие работы на изделиях завода «Газпроммаш» должны быть аттестованы органами Ростехнадзора в установленном порядке.
2. При неквалитетном выполнении оговоренных работ, ООО Завод «Газпроммаш» оставляет за собой право на досрочное прекращение действия настоящего сертификата.

Директор В.А. Кузьмин

Гл. инженер В.Н. Лазарев

Завод «Газпроммаш»
Россия, 410031, г.Саратов, т. (8452) 985600, 985601
http://www.gazprommash.ru

СЕРТИФИКАТ

ГПМ № 004

Срок действия с 17.05.2010 г. по 17.05.2012 г.

Настоящим подтверждается, что специалисты ООО "Газпром трансгаз Москва" Жуков К.В., Михайлов О.Ю., Шанин Л.Н. получили практические навыки в наладке и обслуживании следующих видов продукции завода «Газпроммаш»:

1 | Подогреватели газа ГПМ-ПТПГ, ГПМ-ПГА

ООО Завод «Газпроммаш» предоставляет Жукову К.В., Михайлову О.Ю., Шанину Л.Н. право на проведение монтажа, пусконаладки и технического обслуживания вышеуказанных изделий с сохранением заводских гарантийных обязательств.

Дополнительные условия:

1. Специалисты выполняющие работы на изделиях завода «Газпроммаш» должны быть аттестованы органами Ростехнадзора в установленном порядке.
2. При неквалитетном выполнении оговоренных работ, ООО Завод «Газпроммаш» оставляет за собой право на досрочное прекращение действия настоящего сертификата.

Директор В.А. Кузьмин

Гл. инженер В.Н. Лазарев

Завод «Газпроммаш»
Россия, 410031, г.Саратов, т. (8452) 985600, 985601
http://www.gazprommash.ru

Образцы заводских сертификатов

представителей предприятий-заказчиков по всем выпускаемым видам продукции **бесплатно**. Предлагаем заинтересованным газотранспортным предприятиям воспользоваться предлагаемой услугой и не откладывать в долгий ящик подачу заявок, поскольку такого рода обучение осуществляется силами специалистов завода без отрыва от основной работы и, поэтому, проводится не чаще одного раза в месяц. Очередной цикл обучения будет в самое ближайшее время организован для специалистов службы аварийно-восстановительных работ ООО «Газпром трансгаз Москва» по их заявке на обучение наладке при запуске в эксплуатацию и техническому обслуживанию подогревателей газа нашего производства.

При наличии на объекте квалифицированного персонала, хорошо знакомого с работой оборудования, значительно упрощается общение между специалистами. Практически все возникающие технические вопросы решаются в рабочем порядке по телефону, при необходимости, с использованием электронной почты. Положительными примерами такого профессионального общения могут служить производственные отношения представителей завода со специалистами ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Уфа», ООО «Газпром трансгаз

Владимирская обл.

г. Салават, Башкирия

Изделия завода «Газпроммаш» на объектах

Сургут» и некоторых других газотранспортных предприятий, а также их инженерно-технических центров.

Такой подход, помимо оперативного решения текущих вопросов, позволяет наладить постоянную обратную связь и получать непосредственно с действующих объектов информацию о ходе эксплуатации изделий завода, а также предложения и пожелания по дальнейшему совершенствованию конструкции и алгоритмов автоматизированного управления тех или иных видов оборудования.

Еще одним способом организации обратной связи со службами эксплуатации газотранспортных организаций являются периодические опросы, (через рассылку анкет) о состоянии эксплуатируемого оборудования и о его реальных эксплуатационных характеристиках. Анкеты составлены таким образом, чтобы максимально упростить пользователю оборудования их заполнение, но при этом позволяют получить достаточно много крайне полезной информации для разработчиков различных видов продукции.

Завод «Газпроммаш» изготовил и поставил для учебного центра ООО «Газпром трансгаз Уфа» тренажер – действующий аналог газораспределительной станции «Газпроммаш-5», функционирующий на сжатом воздухе. Указанный тренажер позволяет в условиях учебного центра детально ознакомить операторов ГРС с работой технологического оборудования и автоматики ГРС, а также смоделировать и на практике отработать характерные для АГРС штатные и внештатные ситуации.

Тренажер в учебном центре ООО "Газпром трансгаз Уфа"

В сентябре 2009 г., во время посещения ООО «Газпром трансгаз Уфа» руководителями ОАО «Газпром», данный тренажер и основанная на его применении методика обучения персонала ГРС, удостоились высокой оценки. Используя полученный опыт, завод «Газпроммаш» предлагает свою помощь в оснащении учебных классов всех газотранспортных организаций подобным оборудованием. При наличии соответствующих заявок, завод может в кратчайшие сроки изготовить любое требуемое количество тренажеров.

Заслуживает отдельного внимания опыт взаимодействия завода «Газпроммаш» с газотранспортными предприятиями при проведении капитального ремонта газораспределительных станций или отдельного, входящего в их состав, оборудования. Следует отметить, что все оборудование ГРС «Газпроммаш» изначально разрабатывается с учетом возможности использования его отдельных узлов и блоков для реконструкции или капитального ремонта действующих ГРС различных производителей. Все завершенные узлы и блоки ГРС пополняют единую базу типовых узлов и самостоятельных изделий, готовых для дальнейшего использования в проектах. Привязка такого оборудования требует лишь небольших конструктивных доработок для минимизации количества промежуточных трубопроводных фрагментов. А если проект привязки выполняется непосредственно специалистами завода или хотя бы с их участием, то упомянутые доработки учитываются при изготовлении оборудования без дополнительных согласований.

Хорошо зарекомендовал себя опыт проведения капитального ремонта подогревателей газа в заводских условиях, в ходе которого анализ состояния и диагностика подлежащего ремонту оборудования проводится в хорошо оснащенных цехах с использованием лабораторного

оборудования. Кроме того, такой ремонт не сводится к замене изношенных узлов и деталей, а предполагает, по сути, модернизацию изделия и оснащение его современными средствами автоматизации. Таким образом, подогреватели газа, отремонтированные на заводе «Газпроммаш», могут находиться в эксплуатации еще не менее 10 лет. При этом на ремонтный подогреватель газа оформляется новый комплект эксплуатационной документации и паспорт, с указанием всех замененных частей, заводского номера изделия до поступления в ремонт и первоначального изготовителя.

До ремонта

После ремонта

Подогреватель газа ПТПГ-15, выпуска 1994 г. (г. Ангрен, Узбекистан)

Подобным образом специалисты завода «Газпроммаш» восстанавливают и продлевают работоспособность не только собственных изделий, но и подогревателей газа других производителей.

Завод «Газпроммаш» готов распространить накопленный опыт на взаимодействие со всеми заинтересованными организациями, включая специализированные предприятия по проведению пусконаладочных, ремонтных работ и сервисному обслуживанию промышленного газового оборудования.

ПОСЕЩЕНИЕ ЗАВОДА «ГАЗПРОММАШ» ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ГАЗПРОМА (фоторепортаж)

В конце апреля текущего года на базе ООО «Газпром трансгаз Саратов» Управление по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром» провело ежегодное совещание начальников производственных отделов по эксплуатации магистральных газопроводов и ГРС газотранспортных обществ. В работе совещания приняли участие:

- начальник Управления по транспортировке газа и газового конденсата – Александр Михайлович Проскуряков;
- заместитель начальника Управления – начальник отдела по эксплуатации магистральных газопроводов, конденсатопроводов и ГРС – Александр Николаевич Колотовский;
- главный инженер – первый заместитель генерального директора ООО «Газпром трансгаз Саратов» – Сергей Викторович Пахтусов;
- начальники и специалисты ПОЭМГ и ГРС семнадцати газотранспортных обществ Газпрома;
- представители отдельных подразделений ОАО «Газпром», его дочерних предприятий и деловых партнеров, в том числе:

– Отдела технической поддержки зарубежных проектов Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа;
– Диспетчерско-технологического управления ЦПДД;
– ООО «Газпром ВНИИГАЗ»;
– ООО «Газпром газнадзор»;
– ООО «Газпром центрремонт»;
– ООО «Газпром экспо»;
– ДОАО «Оргэнергогаз»;
– ЗАО «Аэрокосмический мониторинг и технологии»;
– ЗАО «Промгазинжиниринг»;
– ЗАО НПЦ «Молния»;
– НП «СоюзПрогрессГаз»;
– журнала «Территория НЕФТЕГАЗ»,
– руководители и специалисты саратовских предприятий – поставщиков оборудования и услуг на объекты ОАО «Газпром».

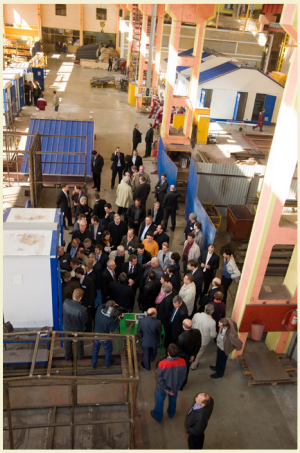
В соответствии с программой совещания, его участники посетили завод «Газпроммаш», где ознакомились с серийной продукцией и новыми изделиями для объектов ОАО «Газпром».

Большой интерес участников совещания вызвала подготовленная к отгрузке газораспределительная станция для Туапсинского района Краснодарского края, завершающая партию из четырех автоматизированных газораспределительных станций для газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи», строительство которого ведется в рамках Олимпийской программы.

Положительную оценку получили также технические решения, используемые в конструкции подогревателя газа с модернизированным блоком управления, автоматический одоризатор газа ОДДК с оптимизированным алгоритмом управления, газорегуляторный пункт с узлом учета и телеметрией, новые образцы запорной арматуры и регуляторов давления газа, системы автоматизации, разработанные и произведенные на заводе.

В ходе увлекательных переговоров и дискуссий, участниками совещания были высказаны некоторые критические замечания и добрые пожелания в адрес производителей современного промышленного газового оборудования, работников завода «Газпроммаш».

ЗАВОД
ГАЗПРОММАШ
САРАТОВ
www.gazprommash.ru



ЗАВОД
ГАЗПРОММАШ

ЗАВОД
ГАЗПРОММАШ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕДИНЕННО-БЛОЧНОЙ И РАЗДЕЛЬНО-БЛОЧНОЙ АГРС

Л. Ф. Шестиперстов, *заместитель директора по проектным работам - директор ВНИПИ Газпроммаш*

Е. В. Попова, *ведущий инженер по проектно-сметной работе*

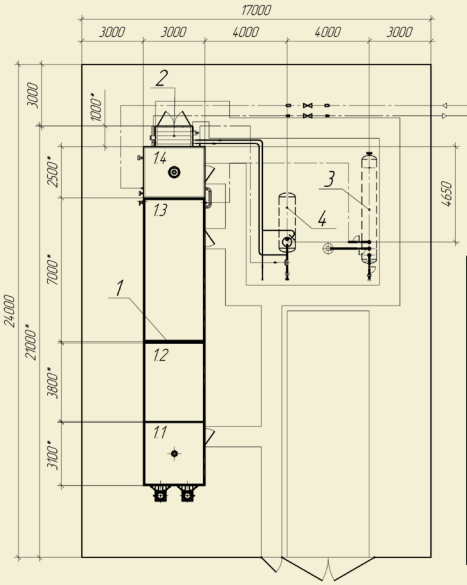
При строительстве блочных газораспределительных станций довольно долго применялась раздельно-блочная компоновка оборудования, представленная в виде отдельно стоящих блок-боксов, с большим количеством межблочных трубопроводов и кабелей. В последнее время, в связи со стесненными условиями строительства, заводы-изготовители стали все чаще выпускать АГРС объединенно-блочной компоновки, отличающиеся более высокой стоимостью, но имеющие одновременно более высокую степень заводской готовности (см. рис. 1.).

Однако у заказчика зачастую возникает вопрос об экономической целесообразности применения АГРС объединенно-блочной компоновки.

Для проверки практической эффективности широкого внедрения в практику строительства объединенно-блочных станций, на Заводе «Газпроммаш» произведен технико-экономический анализ, который заключается в сравнении показателей стоимости строительства и эксплуатации двух указанных выше типов АГРС.

За базовый вариант принята классическая АГРС раздельно-блочной компоновки (см. рис. 2).

В качестве альтернативного варианта рассматривается строитель-



Вход газа DN80

$P_{раб}$ от 2,5 до 7,5 МПа

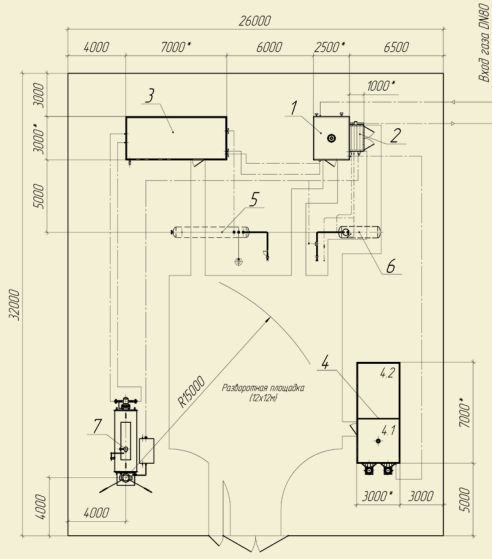
Выход газа DN150

$P_{вых}$ от 0,6 до 1,2 МПа $Q_{вых}$ 5000 м^3/ч

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование
1	Блок – здание ГРС "Газпроммаш – 5"
11	Отсек подготовки теплоносителя
12	Операторная
13	Отсек технологический
14	Отсек переключений
2	Одоризатор газа
3	Емкость сбора конденсата
4	Емкость для хранения одоранта

Рис. 1. АГРС объединенно-блочной компоновки



Вход газа DN80

$P_{раб}$ от 2,5 до 7,5 МПа

Выход газа DN150

$P_{вых}$ от 0,6 до 1,2 МПа $Q_{вых}$ 5000 м^3/ч

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование
1	Блок – бокс переключений
	"ГРС Газпроммаш – 5"
2	Одоризатор газа
3	Блок – бокс технологический
	" ГРС Газпроммаш – 5"
4	Блок – бокс КИПиА
	"ГРС Газпроммаш – 5"
4.1	Отсек подготовки теплоносителя
4.2	Операторная
5	Емкость сбора конденсата
6	Емкость для хранения одоранта
7	Подогреватель газа ГПМ-ПТПГ-5

Рис. 2. АГРС раздельно-блочной компоновки

ство АГРС объединенно-блочной компоновки, с аналогичными входными и выходными параметрами.

Оценка сравнительной эффективности строительства объединенноблочной ГРС выполнена путем сопоставления основных технико-экономических показателей с их базовыми значениями. Показатели сравниваемых вариантов определены на основе реальных, ранее разработанных рабочих проектов строительства АГРС производительностью 5000 м^3/час. При сравнении вариантов обязательным условием было соблюдение их полной сопоставимости. Для исключения фактора времени и прочих индивидуальных особенностей строительства рассчитаны 2 варианта компоновки исходной АГРС на новой площадке. В расчетах применялись цены, тарифы, ставки заработной платы и другие ценообразующие нормативы, действующие на момент выполнения расчетов (3-й квартал 2010 г.).

В ходе определения сравнительной эффективности строительства и эксплуатации произведен расчет и анализ следующих показателей:

– капитальные вложения в строительство;
– эксплуатационные расходы.

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО

Капитальные вложения определяются путем расчета сметной стоимости строительства, т.е. денежного выражения суммы всех затрат, необходимых для возведения АГРС. Для целей настоящего анализа капитальные затраты можно условно разбить на 2 основные ценообразующие группы: затраты на приобретение оборудования и затраты на строительно-монтажные работы. При этом неучтенными (не задействованными в расчетах) остаются еще 2 группы существенных затрат, а именно: затраты на проектно-изыскательские работы и пусконаладочные работы. Величина этих затрат условно считается одинаковой для рассматриваемых вариантов. Также для расчета принят вариант приобретения земель в собственность.

Сравнение суммы затрат на приобретение земель в собственность

Затраты на покупку земель рассчитаны и сведены в табл. 1 на основе определения размеров площадки АГРС, исходя из правил пожарной безопасности с учетом минимальных противопожарных разрывов, а также показателей стоимости земли в Саратовской области.

Табл. 1. Сравнительная стоимость земель для раздельно-блочной и объединенно-блочной АГРС

Раздельно-блочная АГРС (32х26м)		Объединенно-блочная АГРС (24х17м)		Разница, тыс. руб
Требуемая площадь, ар	Затраты на отвод земли, тыс. руб	Требуемая площадь, ар	Затраты на отвод земли, тыс. руб	
8,32	83,2	4,08	40,8	–42,4

Сравнение суммы затрат на приобретение основного оборудования

При раздельно-блочной компоновке основное оборудование включает в себя отдельно стоящие блок-боксы (редуцирования, переключений, КИПиА), а также подогреватель газа и одоризатор газа. Все монтажные блоки обвязываются трубными и кабельными проводками (трассами) на площадке строительства согласно проекту привязки.

Во втором варианте АГРС представляет собой несколько технологических отсеков, объединенных в единое блок-здание. При этом вся межблочная трубная обвязка, сети внутреннего электроснабжения и автоматизации предусмотрены заводской комплектации, что приводит, с одной стороны, к снижению объема и стоимости СМР, а с другой стороны – ведет к удорожанию стоимости приобретаемого оборудования заводской готовности.

Для сравнения стоимости оборудования была составлена плановая калькуляция стоимости блоков АГРС. Номенклатура и количество основных комплектующих были определены укрупненным методом на основании цен на оборудование, аналогичное по своим характеристикам. При расчете стоимости оборудования раздельно-блочной и объединено-блочной АГРС приняты равные условия производства (один и тот же производитель), соответственно имеют место корректно сравниваемые статьи себестоимости изготовления: уровень заработной платы производственных рабочих, размер цеховых и общезаводских расходов, рентабельность предприятия. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

Сравнение суммы затрат на строительно-монтажные работы

Размер этой группы капитальных вложений в строительство определялся на основе составления сметной документации на строительно-монтажные работы для каждого из двух сравниваемых вариантов.

В расчетах использованы стоимостные показатели для составляющих СМР, отражающих «в чистом виде» лишь затраты на земляные

Табл. 2. Сравнительная стоимость оборудования раздельно-блочной и объединенно-блочной АГРС

Раздельно-блочная АГРС		Объединенно-блочная АГРС		Разница	
Состав оборудования	Стоимость без НДС, тыс. руб	Состав оборудования	Стоимость без НДС, тыс.руб	тыс. руб	%
Блок-бокс редуцирования; Блок-бокс переключений; Блок-бокс КИПиА; Подогреватель газа ПТПГ-5; Одоризатор газа	13 178,66*	Блок-здание ГРС (все узлы ГРС, включая узел подогрева газа и навесной одоризатор газа)	14 405,02*	1226,36	9,31

работы, устройство фундаментов, монтаж технологического оборудования, монтаж систем автоматизации и внутреннего электроснабжения, благоустройство территории площадки. Не задействованными в расчетах остаются затраты на подготовительный период строительства, устройство внешних сетей и коммуникаций, электрохимическую защиту от коррозии, а также другие прочие и дополнительные затраты, размер которых можно условно принять одинаковым как для строительства раздельно-блочной, так и для объединено-блочной станции.

Расчеты стоимости СМР произведены на основании «Методики определения сметной стоимости строительства в РФ – МДС 81-35.2004». Результаты отражены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что затраты на СМР при объединенно-блочной компоновке АГРС меньше на 33,66% по сравнению с базовым вариантом. Такая разница обусловлена несколькими факторами.

При монтаже технологического оборудования раздельно-блочной ГРС возникает необходимость устройства фундаментов под каждую единицу оборудования (блок-боксы, подогреватели, одоризатор) и под опоры трубопроводов. На увеличение стоимости также существенно влияет количество арматуры и трубопроводов, используемых для обвязки оборудования. Еще одним фактором увеличения стоимости является большее количество внутриплощадочных проездов по сравнению с объединенно-блочной компоновкой.

При монтаже систем автоматизации и электроснабжения объединенно-блочной АГРС уменьшение суммы затрат связано с мень-

* Указанная цена определена для ГРС конкретной конфигурации индивидуального исполнения, согласно опросного листа, и не распространяется на ГРС базовой комплектации

Табл.3. Сравнительная стоимость строительно-монтажных работ раздельно-блочной и объединенно-блочной АГРС

Вид затрат на СМР	Варианты		Разница в показателях	
	Раздельно-блочная АГРС	Объединен-но-блочная АГРС	В стоимост-ном выраже-нии, тыс.руб	%
1. Строительные решения (земляные работы, устройство фундаментов, внутриплощадочные проезды, благоустройство территории), всего без НДС, тыс. руб.	1599,34	944,98	–654,36	
В том числе:				
Стоимость СМР, тыс. руб.	1599,34	944,98	–654,36	
Затраты труда, чел/час	2554	1602	–952	
2. Технологические решения (монтаж оборудования на фундаменты, обвязка трубопроводами и испытания), всего с НДС, тыс. руб.	2980,41	1511,74	–1468,67	
В том числе:				
Стоимость оборудования, тыс. руб.	1551,14	1047,12	–504,02	
Стоимость СМР, тыс. руб.	1429,27	464,62	–964,65	
Затраты труда, чел./час	2905	906	–1999	
3. Автоматизация (монтаж и подключения системы автоматического управления технологическими процессами), всего без НДС, тыс. руб.	2179,84	1999,52	–180,32	
В том числе:				
Стоимость оборудования, тыс. руб.	1805,05	1805,05	0	
Стоимость СМР, тыс. руб.	374,79	194,47	–180,32	
Затраты труда, чел./час	590	372	–218	
4. Электроснабжение (монтаж электроосвещения оборудования и площадки, устройство молниеотвода), всего без НДС, тыс. руб.	470,50	339,89	–130,61	
В том числе:				
Стоимость оборудования, тыс. руб.	6,09	6,09	0	
Стоимость СМР, тыс. руб.	464,41	333,80	–130,61	
Затраты труда, чел./час	513	343	–170	
Итого:	7230,09	4796,13	–2433,96	33,66

шим количеством кабельной продукции, и, соответственно, меньшим объемом земляных работ.

II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ГОДОВЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

К эксплуатационным расходам относятся: стоимость электроэнергии, зарплата обслуживающего персонала, стоимость обслуживания и текущего ремонта оборудования, зданий и сооружений, амортизационные отчисления, мелкие и неучтенные расходы.

При расчете энергозатрат мы руководствовались следующими исходными данными: расчетная мощность раздельно-блочной ГРС составляет 6,2 кВт·час (максимальная установленная мощность 8,4 кВт·час), расчетная мощность объединенно-блочной ГРС – 5,8 кВт·час (установленная – 8 кВт·час). Годовое энергопотребление составляет: для раздельно-блочной ГРС – 54000 кВт·час; для объединенно-блочной ГРС – 51000 кВт·час. Затраты на электроэнергию за весь срок службы ГРС ориентировочно составят:

1 вариант: 54 000·30лет·2,347руб=3 802,14 тыс. руб

2 вариант: 51 000·30лет·2,347руб=3 590,91 тыс. руб

Зарплата обслуживающего персонала принимается одинаковой для сравниваемых вариантов.

При расчете затрат на обслуживание оборудования станции учитывалась замена теплоносителя системы подогрева газа. Охлаждающая жидкость ОЖ ГОСТ 28084-89 на основе этиленгликоля подлежит замене раз в 2 года. Объем ОЖ в подогревателе газа ПТПГ-5 составляет 2,783 м^3, в теплообменнике – 0,3 м^3. Затраты на замену ОЖ за весь период службы ГРС составят:

1 вариант: 2783л·35р·14раз=1363,67 тыс. руб

2 вариант: 300л·35р·14раз=147,00 тыс. руб.

При расчете эксплуатационных затрат также необходимо помнить и так называемые неучтенные расходы (оплата отопления, вентиляции, расходы на содержание территории (периметра), приобретение инвентаря и пр.), точный подсчет которых затруднителен и, в общем случае, нецелесообразен, ввиду их малого размера. Эти затраты условно принимаются равными 3% от суммы эксплуатационных расходов.

Сравнительная стоимость эксплуатационных расходов сведена в табл. 4.

Рассчитанные суммы эксплуатационных затрат для раздельно-блочной АГРС выше на 27,45% суммы эксплуатационных затрат для объединено-блочной АГРС.

Табл. 4. Сравнительная стоимость эксплуатационных расходов раздельно-блочной и объединенно-блочной АГРС

Наименование расходов	Варианты		Разница в показателях	
	Раздельно-блочная АГРС	Объединенно-блочная АГРС	тыс. руб	%
Затраты на энергопотребление за 30 лет, тыс. руб.	3802,14	3590,91	–211,23	
Обслуживание оборудования, тыс. руб.	1363,67	147	–1216,67	
Мелкие и неучтенные расходы (3%), тыс. руб.	154,97	122,43	–32,54	
Итого:	5320,78	3860,34	–1460,44	27,45

Вывод

Для рассмотрения в целом картины технико-экономического сравнения двух вариантов строительства АГРС составлена табл. 5, в которой упорядочены рассмотренные выше критерии оценки вариантов. Можно отметить, что раздельно-блочная компоновка «проигрывает» по 4 из 5 критериев сравнения.

Табл. 5. Сводная сравнительная стоимость строительства и эксплуатации раздельно-блочной и объединенно-блочной АГРС

№ п/п	Критерии оценки (сравнения)	Стоимостные показатели, тыс.руб.		Разница в показателях	
		Раздельно-блочная АГРС	Объединенно-блочная АГРС	–	%
I. Капитальные вложения в строительство, тыс. руб.					
1.	Основное оборудование	13 178,66*	14 405,02*	+1226,36	9,31
2.	Строительно-монтажные работы	7230,09	4796,13	–2433,96	33,66
3.	Затраты на отвод земли	83,2	40,8	–42,4	50,96
	Итого:	20 491,95	19 241,95	–1250	6,1
II. Эксплуатационные затраты, тыс. руб.					
4.	Эксплуатационные затраты	5320,78	3860,34	–1460,44	27,45
	Итого:	5320,78	3860,34	–1460,44	27,45
	Всего:	25 812,73	23 102,29	–2 710,44	10,5
III. Продолжительность строительства					
5.	Сметная трудоемкость строительства, чел./час	6562	3223	–3339	50,88

* Указанная цена определена для ГРС конкретной конфигурации индивидуального исполнения, согласно опросного листа, и не распространяется на ГРС базовой комплектации

Таким образом, несмотря на то, что с точки зрения стоимости оборудования более выгодным представляется строительство раздельно-блочной АГРС, при более внимательном рассмотрении вариант строительства объединенно-блочной АГРС является экономически более выгодным, что обусловлено существенно меньшим суммарным объемом капитальных вложений и затрат на эксплуатацию объекта. При выборе такой компоновки ГРС можно отметить следующие преимущества:

– значительно сокращаются трудозатраты на монтаж и обвязку блоков ГРС;

– уменьшаются затраты на строительство фундаментов;

– уменьшается количество земляных работ;

– под площадку ГРС требуется меньшая территория и, следовательно, сокращаются затраты на отвод земель;

– уменьшаются сроки капитального строительства;

– станция становится проще в обслуживании (в частности, уменьшаются затраты на содержание периметра);

– уменьшаются эксплуатационные затраты.

При этом разработчикам АГРС следует обращать особое внимание на обеспечение высокой ремонтопригодности АГРС, с возможностью быстрой замены отдельных узлов и устройств.

Для технико-экономического сравнения выбрана АГРС малой производительности, однако, согласно проведенному логическому анализу, данный результат может быть с высокой степенью вероятности распространен на ГРС производительностью до 50 тыс. $м^3$/час.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что в соответствии с проведенными расчетами, широкое внедрение объединенно-блочных ГРС в проекты нового строительства, капитального ремонта и реконструкции является экономически обоснованным.

Теоретические выводы безусловно требуют практического подтверждения, в связи с чем Завод «Газпроммаш» предлагает проверить правильность сделанных выводов на конкретных примерах расчета для отдельных эксплуатируемых ГРС и приглашает заинтересованные газотранспортные предприятия к сотрудничеству в данном вопросе. Проектным организациям и заводам-изготовителям оборудования ГРС крайне важно знать мнение компетентных специалистов о достоинствах и недостатках рассматриваемых вариантов компоновки газораспределительных станций, поскольку опыт эксплуатации является отправной точкой для совершенствования конструкции АГРС.

ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЕГО НАДЕЖНОСТИ

(Доклад на конференции Ассоциации производителей газового оборудования «Повышение качества и эффективности использования выпускаемого газового оборудования в газораспределении», г. Санкт-Петербург, 01.07.2010 г.)

В.Е. Агабабян, *первый зам генерального директора*

Возрастающие с каждым годом требования к качеству газорегулирующего оборудования заставляют заводы-изготовители заниматься модернизацией не только выпускаемой продукции, но и оборудования, на котором производится эта продукция. Серийное производство качественных изделий, в условиях острой нехватки квалифицированных станочников, требует переоснащения станочного парка и внедрения в производство современного металлообрабатывающего оборудования с интеллектуальной составляющей, обслуживаемого инженерно-техническими работниками.

Однако такое оборудование окупается и становится рентабельным только при его полноценной загрузке. Поэтому теневые изготовители газового оборудования, так называемые «гаражники», и прибегающие к их услугам недобросовестные поставщики низкопробной (а иногда и контрафактной) продукции получают определенные преимущества при её выпуске небольшими партиями с последующей продажей по демпинговым ценам. При этом отсутствие сертификата соответствия

На участке металлообработки завода «Газпроммаш»

не становится для них преградой. Нужны более решительные и действенные меры со стороны газораспределительных организаций по искоренению этого негативного явления, в противном случае призывы к обеспечению безопасной эксплуатации газорегулирующего оборудования на деле останутся пустыми словами.

В первооснове добровольной сертификации выпускаемой продукции лежит желание производителя подтвердить своим клиентам соответствие продукции требованиям нормативных документов, распространяющихся на изготовление и эксплуатацию данного вида изделий. При этом законом предусмотрено, что сертификаты соответствия, выданные полномочными организациями, имеют равную юридическую силу и действуют на всей территории России. В реальной жизни добровольная сертификация зачастую превращается в инструмент административно-распределительной системы для лоббирования отдельных предприятий или организаций. К тому же при обширной номенклатуре производимой продукции, изготовитель должен нести неоправданные затраты на проведение дополнительных сертификационных испытаний, фактически дублируя уже имеющиеся, полноценные сертификаты соответствия и другие разрешительные документы.

Завод «Газпроммаш» активно внедряет опыт, приобретенный при разработке и изготовлении газораспределительных станций и другого оборудования высокого давления, в производство продукции для газораспределительных организаций и объектов газопотребления. Результаты этой работы прослеживаются в новых разработках специалистов завода по данному направлению.

В 2008–2009 гг. разработаны, изготовлены и поставлены энергетикам два крупногабаритных ГРПБ-90 (один для Хабаровской ТЭЦ, другой для Камчатской ТЭЦ) производительностью 90 000 нм^3/час.

ГРПБ-90 на Камчатской ТЭЦ

В составе ГРПБ-90 – 3 отдельных блок-бокса:

- Блок-бокс фильтров – содержит три независимые линии очистки на базе фильтров ФГ-300 собственного производства (две рабочие одна резервная);
- Блок-бокс редуцирования – содержит две замерные нитки на базе УСБ-300 (основная и резервная), одну нитку малых расходов на базе УСБ-200 и три линии редуцирования на базе регулятора 139-BV (две основных одна резервная);
- Блок-бокс КИПиА с системой телеметрии собственного производства, передающей параметры на верхний уровень.

ГРПБ меньших типоразмеров широко выпускаются в моноблочном исполнении. В зависимости от предназначения и специальных требований Заказчика, моноблоки могут иметь одно, два или три отдельных помещения (технологическое, отопительное, КИПиА).

В период с мая 2009 г. и по сегодняшний день только по программе «Газификация Кировской области» было отгружено 49 ГРПБ с системой телеметрии (30 из них – на базе ШКУ ГРП собственного производства).

В состав современного ГРПБ в обязательном порядке входит система автоматики. Следуя в ногу со временем и руководствуясь возросшими требованиями, предъявляемыми к автоматизации газорегуляторных пунктов, завод «Газпроммаш» комплектует свои газорегуляторные пункты системами кон-

Отгрузка очередного ГРПБ

троля и управления, оборудованными устройствами мобильной связи. При разработке систем специалисты завода используют большой опыт, накопленный при производстве газораспределительных станций, оснащаемых самым современным оборудованием автоматизированного управления на базе любых существующих контроллеров (например CompactLogix фирмы Allen-Bradley, I-8000 фирмы ICP DAS и др.).

На основе этих контроллеров завод «Газпроммаш» выпускает шкаф контроля и управления газорегуляторным пунктом ШКУ ГРП, который предназначен для непрерывного дистанционного контроля технологических параметров газорегуляторного пункта по каналам мобильной связи. ШКУ ГРП осуществляет сбор, регистрацию и передачу электрических сигналов с датчиков температуры, давления, положения, первичных и вторичных преобразователей, а также обеспечивает, при необходимости, формирование сигналов управления запорно-регулирующей арматурой, вентиляционной системой и другими устройствами. Программное обеспечение и наличие искробезопасных интерфейсов позволяет также производить сбор, обработку, хранение и передачу информации с приборов измерения расхода газа.

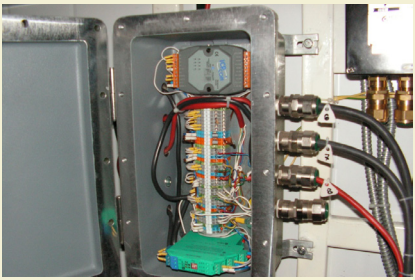
ШКУ ГРП в отсеке КИПиА

ШКУ ГРП производства завода «Газпроммаш» отличает оптимальное соотношение «цена-качество» в сравнении с другими производителями.

При изготовлении современных ГРП блочного исполнения с большим количеством средств автоматизации, а также с применением автономных систем контроля загазованности и охранно-пожарной сигнализации, в составе блок-бокса кроме технологического отделения предусматривается самостоятельный отсек КИПиА, отделенный от технологического оборудования герметичной стенкой. В отсеке КИПиА размещаются шкаф автоматики, источник бесперебойного пи-

тания и приемно-контрольный охранно-пожарный прибор.

В случае, когда в ГРП не предусмотрено отдельного помещения для КИПиА, устанавливается система контроля и управления во взрывозащищенном исполнении на базе контроллера ICP CON серии 7000. В данном исполнении контроллер, устройства ввода-вывода, искробарьеры и GSM модем размещены во взрывонепроницаемой оболочке, которая оснащена взрывозащищенными кабельными вводами для подключения контролируемых и управляющих сигналов, антенны, а также цепей питания.



Взрывобезопасное исполнение ШКУ ГРП

Достоинства ГРПУ, оснащенных шкафами контроля и управления, производства ООО Завод «Газпроммаш» заключаются в следующем:

- комплектная поставка технологического оборудования и автоматики;
- удобное расположение оборудования автоматизации внутри ГРПУ, обеспечивающее хороший доступ при обслуживании;
- высокий уровень автоматизации на базе современных промышленных контроллеров;
- дистанционный доступ к настройкам ШКУ ГРП по каналам мобильной связи;
- возможность производить сбор информации с вычислителей расхода газа как отечественных, так и зарубежных производителей;
- возможность интегрирования в существующие АСУ ТП;
- гибкость программного обеспечения и аппаратной конфигурации;
- высокое качество и надежность;
- низкая себестоимость комплектующих изделий;
- оптимальное соотношение «цена-качество».

Таким образом, учитывая то обстоятельство, что практически все комплектующие изделия (регуляторы, фильтры, клапаны, краны шаровые, САУ) изготавливаются непосредственно на заводе «Газпроммаш», можно констатировать: заводу на сегодняшний день по плечу поставка изделий любой сложности и в больших объемах.

Транспортабельные котельные установки «ТКУ ГАЗПРОММАШ» предназначены для отопления и горячего водоснабжения объектов

производственного, жилищного и социального назначения. «ТКУ ГАЗПРОММАШ» представляют собой самостоятельные изделия, имеющие сертификат соответствия и разрешение Ростехнадзора на выпуск и применение.

Котельная установка «ТКУ Газпроммаш»

Внутренняя компоновка оборудования типовой «ТКУ Газпроммаш»

Котельные «ТКУ ГАЗПРОММАШ» полностью автоматизированы и предназначены для работы без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Контроль за работой котельной может осуществляться с удаленного диспетчерского пульта.

Котельные «ТКУ ГАЗПРОММАШ», в зависимости от потребностей покупателя, могут комплектоваться любыми водогрейными котлами, имеющими разрешение к применению на территории Российской Федерации.

Котельные «ТКУ ГАЗПРОММАШ», в зависимости от технического задания, могут быть адаптированы к различным видам топлива:

- природный газ;
- дизельное топливо;
- комбинированное топливо (газ-дизель).

Котельные «ТКУ ГАЗПРОММАШ», в соответствии с техническими условиями проекта, могут изготавливаться в трех видах поставок:

- модульные котельные – требуется только подключение к наружным сетям;
- котельные на платформе – для размещения в строящихся или существующих зданиях;

– котельные поэлементные – при условии невозможности транспортировки целиком до места установки.

Котельные «ТКУ ГАЗПРОММАШ», при необходимости, могут комплектоваться дополнительным оборудованием и системами автоматизации:

– водонагревателями системы горячего водоснабжения;
– нержавеющими дымовыми трубами;
– системами многокотлового (каскадного) регулирования.

К сожалению, изготовление блочно-модульных котельных установок малой мощности и малыми сериями заводу «Газпроммаш» при его мощностях не выгодно, поэтому он сориентирован на выпуск котельных установок большой мощности. Вместе с тем, заявки на поставку крупных партий котельных малой мощности, безусловно, будут приняты во внимание.

«Сердцем» любой газорегулирующей установки, блока редуцирования или газорегуляторного пункта является регулятор давления газа. Именно его технические и эксплуатационные характеристики фактически определяют качество и надежность всего газорегулирующего комплекса. Поэтому на заводе «Газпроммаш» совершенствованию регуляторов давления газа и созданию новых модификаций данного вида изделий уделяется особое внимание. Технические решения, найденные специалистами при разработке регуляторов высокого давления для газораспределительных станций, позволили создать качественно новые изделия и для газораспределительных сетей. Новые регуляторы давления газа отличает высокая точность регулирования во всем диапазоне пропускной способности, включая малые расходы.

На заводе разработаны, сертифицированы и переданы в производство регуляторы серии РД-16-50, основной отличительной особенностью которых являются поршневой запорный орган, разгруженный от воздействия входного давления в осевом направлении. Регуляторы РД-16-50 работают при входном давлении до 1,6 МПа. Диапазон настройки выходного давления, поддерживаемого регулятором – от 100 мм вод. ст. до 1,2 МПа. Регуляторы имеют принципиально новую схему управления, а также конструктивные решения, которые позволяют осуществлять точное поддержание выходного давления во всём диапазоне входных давлений от 0 до 100% пропускной способности регуляторов. Среди таких конструктивных решений можно отметить возможность подогрева управляющего газа теплоносителем (например, горячей водой). Для повышения точности регулирования применена раз-

грузка цилиндрического затвора от одностороннего статического давления с помощью отверстий, через которые входное давление подается в полость над затвором.

Широко используемые в газораспределительном оборудовании регуляторы давления газа типа РДГ модернизированы на нашем предприятии. Среди улучшений, проведенных в ходе модернизации, следует отметить разделение контролируемого давления подводимого к регулирующему клапану и механизму контроля предохранительно-запорного клапана (КПЗ), что позволяет производить проверку срабатывания КПЗ без изменения давления на выходе регулятора. Для повышения ремонтопригодности регулятора обвязка импульсными трубками выполнена с применением резьбовых фитингов. Также из конструкции изделия были исключены паронитовые прокладки и иные асбестсодержащие уплотнения с заменой на стандартные резиновые кольца (по ГОСТ 18829). Аналогичные изменения были проведены и в регуляторах типа РДБК, выпускаемых нашим заводом.

На нашем предприятии разработаны и ставятся на серийное производство предохранительно-запорные клапаны КПЗ-50А нового поколения. Клапан выполнен с рычажной системой, закрытой прозрачным кожухом из оргстекла. Такая конструкция обеспечивает травмобезопасность изделия в процессе его эксплуатации. Данный предохранительный клапан оснащен системой проверки неполного хода клапана (ПНХ) и имеет устройство принудительного (аварийного) срабатывания. Высокочувствительный механизм контроля обеспечивает точную настройку и срабатывание клапана во всём диапазоне настройки срабатывания: от 30 мм вод. ст. до 0,03 МПа при понижении контролируемого давления и от 100 мм вод. ст. до 0,75МПа при повышении контролируемого давления. В дальнейшем планируется установка механизма, аналогичного КПЗ-50А, на все регуляторы типа РДГ.

В заключение следует обратить внимание на наметившуюся у некоторых недобросовестных производителей газового оборудования негативную тенденцию завышать эксплуатационные характеристики ответственных изделий, не проводя при этом никаких усовершенствований. Заказчики и пользователи промышленного газового оборудования должны отчетливо понимать, что без проведения модернизации изделия или изменения условий эксплуатации невозможно повысить надежность и увеличить срок его службы. Рекомендуем вам не доверять «лукавым» цифрам, не подкрепленным конструктивными изменениями и пользоваться услугами только проверенных поставщиков.

ТЕХНИЧЕСКИЙ АУДИТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ – КАК СРЕДСТВО ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА

Б.К. Ковалев, *зам. директора по НИОКР ООО Завод «Газпроммаш»*
Д.В. Важенин, *руководитель подразделения ЗАО НПЦ «Молния»*

Производство промышленного газового оборудования представляет собой сложный и дорогостоящий процесс. Поскольку такое оборудование эксплуатируется в условиях опасного производственного объекта, вполне объяснимы повышенные требования, предъявляемые к нему со стороны надзорных органов с точки зрения надежности, промышленной безопасности, а также возможности проведения технической диагностики.

Существующая в ОАО «Газпром» система допуска нового оборудования на действующие объекты достаточно эффективна. В реестр оборудования, разрешенного к применению на объектах ОАО «Газпром», включаются только те изделия, которые полностью отвечают требованиям действующих в газовой промышленности нормативно-технических документов. Это соответствие оценивается и подтверждается в процессе испытаний приемочной комиссией, назначаемой приказом по ОАО «Газпром», с обязательным участием представителей Газнадзора и Ростехнадзора.

Однако следует учитывать и то обстоятельство, что с течением времени нормативно-технические документы корректируются, а иногда заменяются (или дополняются) новыми отраслевыми стандартами, содержащими дополнительные требования. Одновременно, в результате внедрения новейших технологий и расширения элементной базы ком-

плектующих изделий, в процессе серийного выпуска происходит постепенное совершенствование промышленного оборудования. Поскольку такое совершенствование не ухудшает основные технические характеристики выпускаемого изделия, технические условия на его изготовление не изменяются и, соответственно, проведения новых приемочных испытаний не требуется. Вместе с тем, серийный выпуск изделий для опасных производственных объектов периодически требует «свежего взгляда» и объективной оценки правильности принимаемых технических решений. С этой целью завод «Газпроммаш» практикует предъявление комплексного крупногабаритного оборудования Заказчику (с привлечением специалистов эксплуатирующих организаций) на своей территории. Такой подход дает возможность в комфортных заводских условиях, до отгрузки оборудования на объект, устранить замечания (при их наличии), а также учесть некоторые дополнительные пожелания Заказчика.

В настоящее время завод «Газпроммаш» обеспечивает изготовление, поставку и подготовку к запуску четырех газораспределительных станций для газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи», строительство которого ведется в рамках Олимпийской программы. Учитывая важность выполняемой задачи, руководство завода приняло решение в инициативном порядке, в заводских условиях подвергнуть техническому аудиту одну из изготовленных станций ГРС «Газпроммаш-80»

ГРС «Газпроммаш-80» на сборочном участке

на предмет подтверждения соответствия выпускаемой продукции требованиям отраслевой нормативной документации на проектирование, изготовление и неразрушающий контроль.

Для проведения технического аудита была приглашена экспертная организация ЗАО НПЦ «МОЛНИЯ», имеющая достаточный опыт работы по техническому диагностированию и экспертизе промышленной безопасности оборудования газораспределительных станций. ЗАО НПЦ «МОЛНИЯ» располагает лицензиями Ростехнадзора на проведение ЭПБ технических устройств, зданий, проектной документации, а также имеет в своем составе квалифицированных экспертов нефтяной и газовой промышленности, аттестованную лабораторию неразрушающего контроля и аккредитованную испытательную лабораторию, что позволило получить аккредитацию в качестве экспертной организации, в том числе в системе ОАО «Газпром».

Объем работ, проводимых в рамках аудита, включал в себя, как контроль качества изготовления оборудования ГРС, так и проверку соответствия всех узлов станции требованиям отраслевых нормативов, распространяющихся на проектирование, изготовление и неразрушающий контроль.

При этом визуальный и измерительный контроль оборудования и обвязки ГРС выполнялся с оценкой качества по следующим нормативным документам:

- РД 03-606-03;
- СНиП 2.05.06.85*;
- СНиП 42-01-2002;
- ВСН 006-89;
- ВСН 012-88;
- ВСН 1-84;
- СТО Газпром 2-2.4-083-2006;
- СТО Газпром 2-2.2-136-2007;
- СТО Газпром РД 1.10-98-04;
- Инструкция по оценке дефектов труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных газопроводов. Р Газпром с изм. 1;
- ОСТ 26.260.18-2004;
- СП 42-101-2003;
- СП 42-102-2004;
- РД 153-39.1-059-00;
- Методика проведения экспертизы промышленной безопасно-

сти и определения срока дальнейшей эксплуатации ГРП, ГРУ, ШРП и стальных газопроводов (согласована Госгортехнадзором 10.06.2003 г.).

Проверка соответствия узлов ГРС требованиям отраслевых нормативов на проектирование и эксплуатацию велась с учетом нижеперечисленных нормативно-технических документов:

– СТО Газпром 2-3.5-051-2006;
– Временные технические требования к газораспределительным станциям ГРС;
– СТО Газпром 2-3.5-454-2010
– ВРД 39-1.10-069.

Результаты работ.

1. При визуально-измерительном контроле отмечено:
   1.1. Для сварки газопроводов использованы стандартные соединительные детали (тройники, отводы, переходы, заглушки).
      1.1.1. Наличие тройниковых соединений (прямых врезок) в расходной емкости блока одоризации, не является нарушением т.к. указанное оборудование подключается, согласно технологической схеме, после выходного крана ГРС и работает с давлением не превышающим 12 кгс/см^2.
      1.1.2. Отмеченные в узле редуцирования на собственные нужды, прямые врезки являются допустимым способом соединения, на основании СП 42-102-2004 и РД 153-39.1-059-00, т.к. указанное оборудование работает с давлением не превышающим 12 кгс/см^2 и является объектом газоснабжения.
   1.2. Длина патрубков (прямых вставок), вваривaемых в трубопровод не менее 100 мм.
   1.3. Трубы и соединительные детали не имеют поверхностных дефектов.
   1.4. Сварные соединения по внешнему виду соответствуют всем требованиям СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов». Качество сварки трубопроводов, подтверждено протоколами неразрушающего контроля сварных швов (рентген контроль и, частично, контроль методом ультразвуковой дефектоскопии).
   1.5. Расстояние от опор до сварных соединений от 50 мм и более,

что не является нарушением, т.к. разрешено ОСТ 26.260.18-2004 «Блоки технологические для газовой и нефтяной промышленности» п. 4.3.2.4.

1.6. Между трубопроводом и опорами установлены изолирующие прокладки.

1.7. На входе и выходе ГРС предусмотрены электроизолирующие вставки.

2. В ходе оценки соответствия узлов ГРС требованиям отраслевых нормативов по проектированию и изготовлению промышленного газового оборудования, были выявлены отдельные незначительные отклонения, оперативно устраненные работниками завода «Газпроммаш» в процессе аудита.

Заводу «Газпроммаш» было также рекомендовано во всех последующих образцах ГРС уделять отдельное внимание оптимизации расположения опор трубопроводов в технологическом оборудовании ГРС для повышения удобства проведения технического диагностирования.

По результатам проведенных работ сделано следующее итоговое заключение:

На основании проведенных работ ЗАО НПЦ «МОЛНИЯ» считает, что автоматизированная газораспределительная станция «Газпроммаш-80» соответствует требованиям отраслевой нормативной документации, распространяющейся на проектирование, изготовление и неразрушающий контроль.

Узел очистки ГРС «Газпроммаш-80»

ШЕФ-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ ГАЗОПРОВОДА ДЖУБГА-ЛАЗАРЕВСКОЕ-СОЧИ (фоторепортаж)

Специалисты завода «Газпроммаш» принимают активное участие в работах по монтажу и гидравлическим испытаниям газораспределительных станций на газопроводе Джубга-Лазаревское-Сочи, строящемся в рамках Олимпийской программы.

Прокладка подводной части газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи

Прокладка выхода подводного газопровода на сушу

Строительство ГРС «Джубга-1» (ГРС «Газпроммаш-3»)

Строительство ГРС «Джубга-2» (ГРС «Газпроммаш-5»)

Строительство ГРС «Новомихайловская» (ГРС «Газпроммаш-10»)

Строительство ГРС «Туапсе» (ГРС «Газпроммаш-80»)

Шеф-монтажные работы

Строительство ГРС «Туапсе»

ОГНЕОПАСНО

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕМЕТРИИ В ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

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

Стремительное развитие микроэлектронной промышленности и внедрение малогабаритных вычислительных систем, сравнимых по производительности с персональными компьютерами, привело фактически к возникновению отдельного направления в электронно-вычислительной отрасли – производство программируемых логических контроллеров (ПЛК). От традиционных персональных компьютеров ПЛК отличаются наличием специализированных портов ввода-вывода для приема сигналов от разнообразных датчиков и выдачи сигналов управления на исполнительные устройства, а также развитыми средствами коммуникации: последовательные интерфейсы ввода-вывода данных, промышленный Ethernet, и, все шире используемая, технология беспроводной связи.

На опасных промышленных объектах, к которым относятся газораспределительные станции, для обеспечения надежности и безопасности технологического процесса используется оборудование различных производителей, и, соответственно, применяются десятки коммуникационных технологий и протоколов. Они позволяют создавать распределенные системы, объединяющие различные датчики, контроллеры и исполнительные устройства. Подключение перечисленных устройств к сетям обычно осуществляется с помощью сложных специализирован-

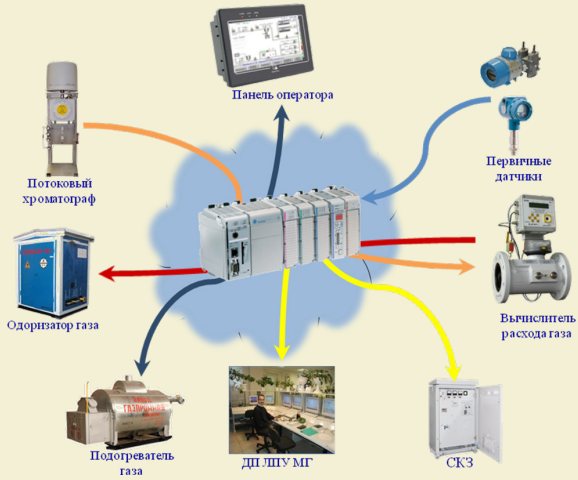
ных протоколов: Profibus, FIP, ControlNet, Interbus-S, DeviceNet, P-NET, WorldFIP, LongWork, Modbus или ModbusTCP. Протоколы разработаны с учетом особенностей производства и технических систем. Они обеспечивают надежные соединения и высокую точность управления. Между тем, кроме надежности функционирования, все более важными требованиями в системах АСУ ТП становятся функциональные возможности, простота инсталляции и обслуживания.

Несмотря на предпринимаемые в отдельных отраслях попытки ограничить многообразие создаваемой аппаратуры, производители продолжают развивать различные технологии, шинные интерфейсы, архитектуры контроллеров, операционные системы реального времени, протоколы, языки программирования и продвигать собственные сетевые решения для связи оборудования контроля и управления технологическими процессами. В качестве примера разобщенного подхода к типовой задаче можно привести устройства измерения и вычисления расхода газа. В таблице 1 приведены некоторые, наиболее известные, отечественные и зарубежные производители такого оборудования и используемые ими протоколы обмена данными.

Таблица 1

Производитель	Оборудование	Протокол	Интерфейс
ЗАО «СовТИГаз»	«Суперфлоу-2Е» «Суперфлоу-21В»	FloCom Z	RS-232, RS-485
ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника»	ЕК-260	МЭК61107-2001 Modbus RTU	RS-232, RS-485
НПО «Вымпел»	«Гиперфлоу-3Пм»	HART	RS-232, RS-485
ЗАО НПФ «Логика»	СПГ-761	МЭК1107	RS-485
ООО «Актарис»	SEVC-D «Corus»	I-FLAG, Modbus RTU	RS-485

Несогласованность производителей промышленного оборудования, их различный подход к обеспечению информационного доступа к своим продуктам, делает процесс объединения в сеть промышленных устройств зачастую более сложным, чем объединение персональных компьютеров. Наличие многочисленных несовместимых реализаций в области промышленных сетей затрудняет интеграцию в единую систему компонентов разных производителей, препятствует широкому распространению интеллектуальных устройств и исключает взаимозаменяемость приборов автоматизации. И пока производители промышленного оборудования пытаются договориться об унификации протоколов взаимодействия и технологии, объединяющей различные



Пример информационных потоков через ПКЛ САУ ГРС.

интеллектуальные устройства, весь объем работы по интеграции разномастного приборного парка ложится на разработчиков и производителей конкретных систем автоматического управления промышленными объектами. Наглядным примером этому могут служить современные системы автоматического управления газораспределительными станциями (САУ ГРС).

Ключевым элементом современной САУ ГРС, в большинстве случаев, является ПЛК. Специфика газотранспортной отрасли предъявляет жесткие требования к надежности ПЛК, его техническим характеристикам и программному обеспечению. На первый взгляд, к типовым задачам САУ ГРС не добавилось ничего нового: осуществить ввод данных от первичных сенсоров и датчиков, обработать полученную информацию по заданным алгоритмам, произвести, если требуется, управляющее воздействие на исполнительные устройства, передать данные на верхний уровень автоматизации. Между тем, каждая из перечисленных процедур требует на современном этапе качественно иного подхода.

Первичные сенсоры и датчики постепенно видоизменяются, превращаясь в коммуникационные устройства. Происходит постепенная «интеллектуализация» периферийного технологического оборудования, и появление цифровых интерфейсов требует организации локальной сети, функционирующей на нижнем уровне автоматизации в зоне технологических процессов. Вместо простой процедуры измерения какого-либо технологического параметра появляется сеанс обмена дан-

ными с интеллектуальным устройством, прием по цифровому интерфейсу совокупности параметров и передача в обратном направлении технологических уставок и режимов работы.

На этапе формализации алгоритмов работы ПЛК появляется необходимость не только выдать управляющее воздействие при получении некоего сигнала, но и рассчитать величину этого воздействия. Например, вычислить необходимую дозу одоранта, зная объем газа в единицу времени, и по величине дозы вычислить период включения дозирующего насоса.

Обмен данными с верхним уровнем автоматизации (применительно к ГРС – с диспетчерским пунктом ЛПУМГ) сейчас целиком ложится на САУ ГРС. Во втором и третьем ежегодном выпусках «Вестника Газпроммаша» за 2008 и 2009 годы были подробно рассмотрены вопросы объединения в САУ ГРС функций автоматики и телемеханики.

В результате этого, современная САУ ГРС становится центральным коммуникационным узлом, связывающим между собой оборудование разных производителей по различным промышленным интерфейсам и протоколам.

Принимая во внимание значительную информационную нагрузку, ПЛК должен обладать возможностью свободного программного доступа к последовательным портам ввода-вывода для реализации обмена данными по протоколам, не входящим в комплект типового программного обеспечения. К сожалению, такие возможности предоставляют далеко не все фирмы производители ПЛК.

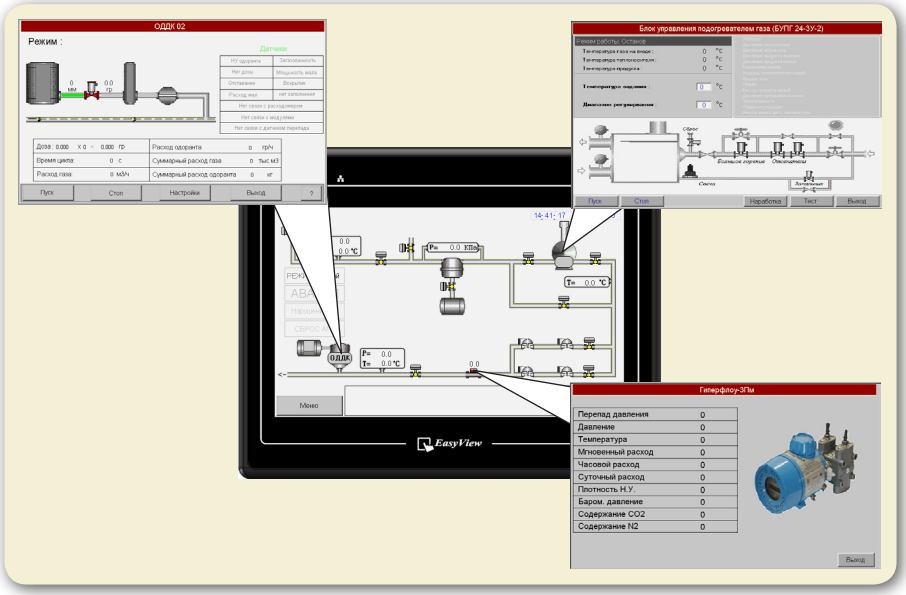
Завод «Газпроммаш» в своих базовых исполнениях САУ ГРС, функции которой выполняет шкаф контроля и управления (ШКУ ГРС), использует два типа ПЛК: CompactLogix фирмы AllenBrabley и I-8000 фирмы ICP DAS. Сравнительные характеристики приведены в таблице.

Тип ПЛК	ControlLogix 1769	I-8000
Среда программирования	RSLogix 5000 (IEC-1131), C++	C++
Число модулей ввода-вывода	До 16	8 + до 32 во внешних доп.корзинах
Встроенные протоколы	DF1, DH-485	Нет
Дополнительные коммуникационные модули	MVI69ADM – свободно программируемый MVI69MCM – ModbusRTU, ModbusASCII 1769-SDN – DeviceNet	I-8114 – программируемый с 4xRS-485 I-8144 – программируемый с 4xRS-232 I-87120 – CAN I-87124 – DeviceNet

При всем различии параметров и средств программирования, эти ПЛК имеют одно существенное преимущество перед контроллерами других фирм – возможность наращивания коммуникационных портов. Именно эта особенность позволяет строить на их основе централизованные системы сбора и обработки данных от устройств с различными протоколами обмена. Причем внешне, на уровне человеко-машинного интерфейса, различия в типах применяемых ПЛК практически не заметны для оператора ГРС.

Учитывая высокую концентрацию информации в ПЛК САУ ГРС, целесообразно организовать на его основе единый центр управления оборудованием ГРС, в том числе и устройствами, имеющими в своем составе блоки локальной автоматики (например, подогреватель газа, одоризатор газа и т.п.). При этом все функции человеко-машинного интерфейса будет выполнять панель оператора ГРС.

Разработка программного обеспечения для централизованных систем сбора и обработки данных обычно сложнее, чем для типовых решений систем автоматики. Однако, в дальнейшем, правильно выбранная аппаратно-программная конфигурация ПЛК, объединяющего на своих интерфейсах многочисленное оборудование ГРС с разными характеристиками сигналов и разными протоколами обмена данными под единой системой управления, с общей системой визуализации



человеко-машинного интерфейса, позволяет в короткие сроки освоить управление САУ ГРС специалистам службы эксплуатации и операторам, не имеющим специального образования.

Сделать доступ к данным всех периферийных устройств САУ ГРС «прозрачным» и для оператора ГРС и для диспетчера ЛПУМГ – это задача, которая требует от разработчиков систем автоматики умения оптимально использовать высокотехнологичные изделия разных компаний. В настоящее время на первый план выходят задачи системной интеграции, которые требуют комплексных решений в создании сложных взаимоувязанных систем функционирования разнородных технологий и оборудования различных производителей. На этом этапе наиболее ощущается потребность в унификации технологий и протоколов взаимодействия.

Специалисты завода, имеющие многолетний опыт работы с различным оборудованием, предлагают комплексные решения в области автоматизации сложных технологических объектов, начиная от блоков локальной автоматики газового оборудования (подогреватели газа, одоризаторы газа, котельные установки) и заканчивая системой автоматического и дистанционного управления технологическими процессами, выполняющей полный объем поставленных задач с учетом современных тенденций в газовой промышленности.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ GSM-МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА

А.Н. Буянов, *ведущий программист*

Трудно представить современный мир без сотовой связи стандарта GSM. В течение последних лет количество региональных операторов неуклонно растет. Конкурентная борьба между компаниями большой тройки (МТС, АО «Вымпелком» и «Мегафон») приводит к снижению стоимости услуг мобильной связи и расширению зон обслуживания. Удобно и экономически выгодно, при необходимости построения системы беспроводного диспетчерского мониторинга, пользоваться GSM-сетями, хотя некоторые специалисты считают недостаточно надежным их использование в промышленных целях. Периодически поднимается вопрос о ликвидности коммерческой информации прошедшей через аппаратуру того или иного внешнего GSM-оператора сотовой связи, но тем не менее, на долю продукции, включающей в себя аппаратуру для мониторинга на основе стандарта связи GSM, приходится всё больше заказов.

В России имеется немало фирм, выпускающих системы телеметрии на базе GSM-модемов и модулей. Завод «Газпроммаш» приобрел богатый опыт применения в составе своей продукции систем GSM-телеметрии АПТК Телург-Г производства ЗАО НПП «Радиотелеком» и систем комплексной телемеханики «Магистраль-2» производства ООО «Газприборавтоматика». Кроме того, накопленный опыт разра-

ботки и изготовления комплексных САУ ГРС (ШКУ ГРС «Газпроммаш» производится и поставляется комплектно с ГРС производства завода «Газпроммаш» начиная с 2004 года), позволил специалистам завода, наряду с применением систем телемеханики других фирм производителей, разработать собственную систему GSM-мониторинга объектов газового хозяйства. Комплектование технологического оборудования автоматикой и телемеханикой собственного производства дает как технологические, так и экономические преимущества:

- комплексная инженерная разработка силами единой организации позволяет достигнуть 100% совместимости всех частей проекта используемого оборудования и программных комплексов;
- сокращается время проектирования и производства продукции;
- изделия с автоматикой собственного производства проходят комплексные заводские испытания: перед отправкой заказчику проверяются как технологическое оборудование, так и функции GSM-мониторинга и телеуправления с диспетчерского пункта.

При разработке систем GSM-мониторинга объектов нужно учитывать особенности условий эксплуатации оборудования. Например, на газораспределительных станциях вахтовой или надомной формы обслуживания GSM-мониторинг проводится как правило, по следующей схеме: сервер диспетчерского пункта через GSM модем периодически опрашивает САУ ГРС и принимает данные о расходе газа, давлениях, и технологическом состоянии ГРС. В случае возникновения внештатных ситуаций, системами удаленного дистанционного контроля и сигнализации, включенными в САУ ГРС, в первую очередь оповещаются операторы ГРС, которые принимают соответствующие меры на местах.

На небольших объектах газового хозяйства, таких как газорегулирующие пункты и пункты учета газа, как правило, не имеется обслуживающего персонала на местах. При работе по технологии GSM-CSD, сервер опрашивает контролируемые пункты по мере необходимости получения информации, например по окончанию учетного периода измерения расхода газа. В случае же возникновения на объекте внештатной ситуации, система телемеханики должна самостоятельно, не дожидаясь очередного серверного опроса, сообщить об этом в диспетчерскую. Один из вариантов обратной связи – SMS-сообщения. При возникновении внештатной ситуации, контроллер объекта самостоятельно рассылает определенные SMS-сообщения на один или несколько номеров. Такие SMS-сообщения могут содержать как кодированную информацию для сервера, так и стандартный текст для прочтения диспетчером

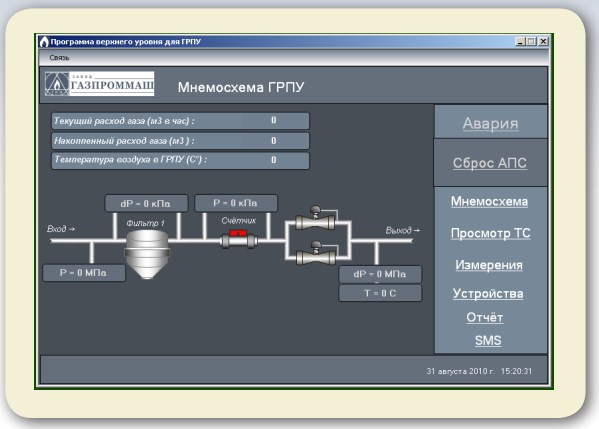
на телефоне, например: «Давление на выходе №1 ГРПБ „Вешенское“ упало ниже нормы (1.07 МПа)». Помимо прочего, данный способ позволяет абсолютно минимизировать затраты на диспетчеризацию оборудования. Так, например, при эксплуатации одного или нескольких ГРП на территории отдельного промышленного предприятия иногда бывает удобно не предусматривать диспетчерский сервер, а в случае возникновения внештатных ситуаций просто организовать информирование SMS-сообщениями на телефоны диспетчеров предприятия.

Шкаф Автоматики Газорегуляторного Пункта (ШАГРП) производства завода «Газпроммаш» изготавливается обычно на основе промышленного контроллера I-8411 фирмы ICP-DAS (хотя по желанию заказчика возможно применение и другой элементной базы). Программное обеспечение ШАГРП разрабатывается специалистами завода самостоятельно, в соответствии с согласованными алгоритмами.

В число основных функций программного обеспечения ШАГРП входит:

- прием дискретных и аналоговых входных сигналов;
- алгоритмическая обработка входных аналоговых сигналов: корректировка сигнала, пересчет сигнала в соответствии с диапазоном измерения датчика, контроль верхних и нижних предупредительных и аварийных границ измеряемого параметра;
- алгоритмическое и телеметрическое управление дискретными и аналоговыми выходами;
- поддержание нескольких параллельных сеансов связи по протоколу ModBus-RTU Slave с единым адресным пространством;
- работа с одним или несколькими GSM-модемами: прием входящих CSD-звонков и отправка SMS-сообщений;
- самостоятельный «Master»-опрос интерфейсных устройств, находящихся в составе объекта (расходомеров, корректоров, вспомогательных приборов), с перемещением полученной информации в адресное пространство ModBus-RTU Slave для дальнейшей передачи на верхний уровень;
- сквозной прием и обратная передача входящих ModBus-RTU запросов с верхнего уровня на другие интерфейсы контроллера ШАГРП, при адресах запросов, отличающихся от адреса контроллера ШАГРП (функция «прозрачный порт»).

Зачастую некоторые из указанных функций требуют дополнительного конфигурирования. Так, например, специалисты завода могут корректно задать диапазоны измерения аналоговых датчиков, исходя

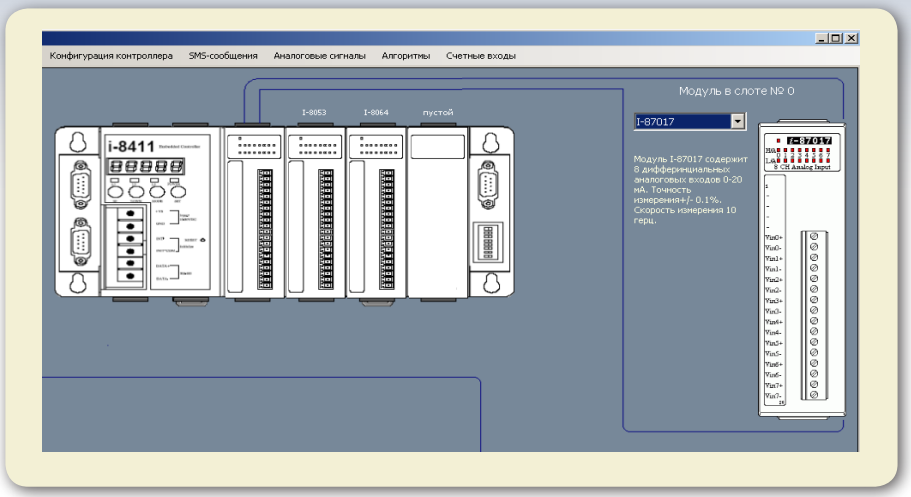


из технических характеристик реально поставляемых с объектом устройств, однако, аварийные и предупредительные уровни измеряемых параметров зачастую определяются проектом, либо специалистами эксплуатирующих организаций. Как правило, САУ крупных объектов, производимых на Заводе «Газпроммаш» имеет в своем составе панель оператора на основе графического сенсорного экрана, позволяющего помимо прочих функций, произвести корректировку параметров САУ.

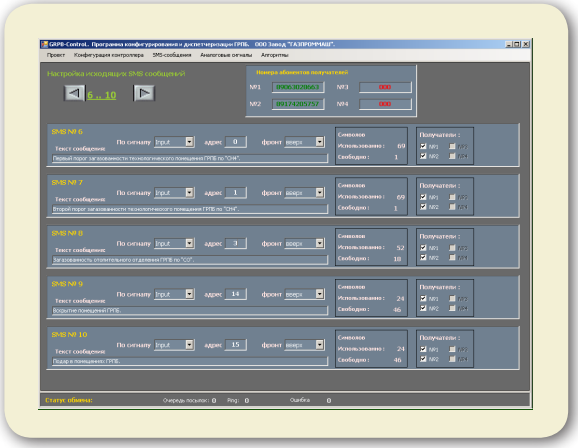
Но для небольших объектов использование панели оператора экономически нецелесообразно. В связи с этим, для ШАГРП был разработан интерфейс задания параметров с помощью цифрового индикатора и четырехкнопочной клавиатуры на процессорном блоке контроллера I-8411. Естественно этот интерфейс обладает только базовыми возможностями и не слишком удобен для пользователя, однако он позволяет подготовленному специалисту вводить задания необходимых параметров без дополнительных технических средств. Для более комфортного конфигурирования и управления ШАГРП разработана программа-конфигуратор, предназначенная для запуска на персональном компьютере (ноутбуке), связанном с ШАГРП по протоколу ModBus-RTU. Программа-конфигуратор позволяет:

- изменить количество и тип модулей приема сигналов и управления, входящих в систему контроллера ШАГРП;
- добавить или изменить параметры интерфейсов связи ШАГРП;
- сконфигурировать исходящие SMS-сообщения;
- сконфигурировать входные аналоговые каналы и счетные входы, задать коэффициенты для вычисления конечных технологических параметров;
- сконфигурировать алгоритмы, локально выполняемые на ШАГРП.

Контроллер I-8411 имеет шинно-модульную структуру, которая

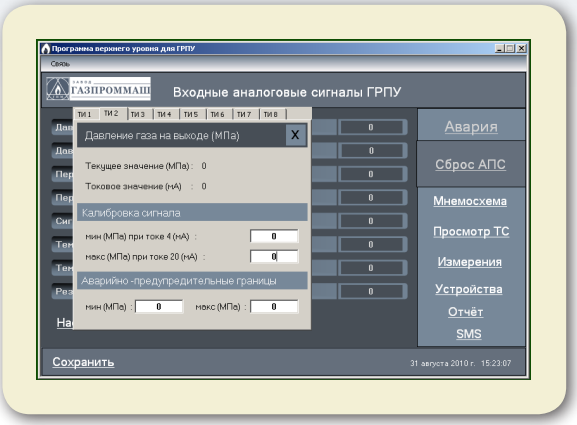


позволяет установить необходимое количество и тип модулей в зависимости от конфигурации объекта управления. С помощью программы-конфигуратора пользователь может, при модернизации объекта, изменить, либо расширить структуру управляющего контроллера, без привлечения специалистов завода-изготовителя и без изменения программы контроллера. Существует возможность изменить параметры последовательного интерфейса связи, либо добавить в систему дополнительный GSM-модем.



Конфигурирование исходящих SMS-сообщений реализовано следующим образом. Выбирается сигнал-источник сообщения (им может быть любой дискретный сигнал из адресного пространства контроллера, как привязанный к реальному входу или выходу контроллера, так и устанавливаемый в процессе обработки аналоговых сигналов, либо алгоритмически). Устанавливается, будет ли SMS-сообщение отослано при поступлении,

либо снятии управляющего сигнала. Из числа заранее установленных номеров выбираются получатели данного сообщения. В сообщения могут добавляться ссылки на вещественные величины из адресного пространства контроллера, таким образом, чтобы их текущие значения были включены в текст исходящего сообщения.



В процессе эксплуатации может возникнуть необходимость подстройки параметров аналоговых датчиков в случае замены или добавления новых датчиков. Программа-конфигуратор позволяет задать пределы измерения используемых датчиков для достоверного преобразования входных аналоговых сигналов в вещественные значения измеряемых параметров. А так же установить аварийные и предупредительные верхние и нижние пределы измеряемых параметров, при достижении которых формируются соответствующие сигналы в адресном пространстве контроллера.

Дискретные входы контроллера могут обрабатываться как счетные. При поступлении импульса на счетный вход вещественное число-счетчик увеличивается на заранее сконфигурированное значение импульса счетного входа. В ШАГРП могут быть реализованы также некоторые простые технологические алгоритмы, как например включение и выключение табло «ГАЗ» по сигналам датчиков загазованности в конкретном помещении.

Постоянное совершенствование элементной базы аппаратной части вышеописанного оборудования создает предпосылки для дальнейшего развития системы GSM-мониторинга и широкого её использования на объектах газового хозяйства.

МОБИЛЬНЫЙ УЗЕЛ ПОДАЧИ ГАЗА ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ГРС

Р. Е. Агабабян, *генеральный директор*

Л. Ф. Шестиперстов, *заместитель директора по проектным работам - директор ВНИПИ Газпроммаш*

Вопросы подачи природного газа потребителям при проведении капитального ремонта газораспределительных станций в настоящее время слабо проработаны, не освещены в достаточной мере нормативной документацией, и традиционно решаются собственными силами эксплуатирующих организаций. Подобная практика существует повсеместно на территории РФ и ближнего зарубежья, однако, в последние годы появились предпосылки для изменения данного положения вещей.

С одной стороны это обусловлено усилением надзорных функций органов Ростехнадзора и ООО «Газнадзор», которые стали выдвигать требования к наличию проектов на временные узлы подачи газа, или к применению изделий заводского изготовления, имеющих необходимые разрешительные документы.

С другой стороны, и ОАО «Газпром» принимает меры к упорядочиванию решений по временной подаче газа, благодаря чему во «Временных технических требованиях к газораспределительным станциям (ГРС)» появилось требование по наличию на вновь проектируемых ГРС «трубопроводов-отводов с запорной арматурой на

трубопроводах входа и выхода для подключения мобильных ГРС» (п. 5.3.1.2. ВТТ), а также отражены требования к мобильным ГРС (раздел 5.5 ВТТ). Следует отметить, что выполнить требования в данной редакции можно только номинально, так как не регламентируется производительность «мобильной ГРС» по отношению к производительности ремонтируемой ГРС, неясно, исходя из какой допустимой скорости газа должны быть рассчитаны «трубопроводы-отводы», тудновыполнимы требования в части наличия систем отопления, электрооборудования, охранной сигнализации и контроля загазованности. Что касается реального существования «мобильных ГРС», то данный вопрос заслуживает отдельного освещения.

Идея создания «Мобильных ГРС» зародилась в начале 2000-х годов и начала вызревать в наиболее квалифицированных подразделениях газотранспортных организаций (в частности, можно отметить такой пример в филиале ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» – Пензенском ЛПУМГ), где были смонтированы пробные образцы данных изделий. Далее развитие данной темы официально взяло на себя ДОАО «Оргэнергогаз». Были также отдельные попытки создания подобных изделий заводами-изготовителями ГРС по запросам проектных организаций. Однако, по прошествии ряда лет можно констатировать, что реального материального воплощения идеи «Мобильных ГРС» в серийных изделиях так и не произошло в силу ряда причин.

Первой и возможно главной причиной явился не совсем удачный выбор названия «Мобильная ГРС», так как аббревиатура «ГРС» подразумевает ряд требований, подлежащих обязательному исполнению. При этом, в настоящее время требования к конструкции ГРС детализированы столь четко, что практически отсутствует возможность каких-либо упрощений конструкции, актуальных при временной подаче газа. В связи с этим во всех попытках создания «Мобильных ГРС» происходило примерно одно и то же – конструкция постепенно разрасталась в полноценную ГРС, функционирование которой невозможно без полноценного обустройства на местности, которое в свою очередь требует собственного проекта привязки. Когда к началу строительства выясняется, что вместо того, чтобы отремонтировать одну ГРС, необходимо построить рядом еще одну ГРС такой же производительности, а по завершении ремонта ее снести – решение очевидно, подобная концепция «Мобильной ГРС» нежизнеспособна.

Второй, достаточно важной, причиной отсутствия «Мобильных ГРС» является отсутствие финансирования ОАО «Газпром» их

централизованной закупки для нужд газотранспортных предприятий. Подобная позиция, вероятно, вызвана отсутствием закупок «Мобильных ГРС» в прошлом и недостаточностью обоснования их принципиальной необходимости в настоящее время. К тому же ГРС традиционно рассматривается как объект, подлежащий инвентаризации, а «Мобильная ГРС» не попадает ни в разряд инвентаризируемого оборудования, ни в разряд «оборудования, не требующего монтажа».

Третьей причиной, которая заслуживает упоминания, является отсутствие реальной концепции построения «Мобильной ГРС», обусловленное невыполнением ее всесторонней проработки с привлечением эксплуатирующих организаций, проектных институтов и заводов-изготовителей. Фактически задача не была сформулирована и, как следствие, осталась нерешенной.

В связи с тем, что актуальность темы сохраняется, а в адрес Завода «Газпроммаш» продолжают поступать запросы газотранспортных предприятий по вопросам предоставления оборудования для подачи газа на время капитального ремонта ГРС, в июле 2010 г. руководством завода было принято решение о самостоятельной разработке концепции и изготовлении головного мобильного образца оборудования для временной подачи газа потребителям.

Прежде всего, с учетом предыдущего негативного опыта с «Мобильной ГРС», для разрабатываемого оборудования принято название «Мобильный узел подачи газа», сокращенно МУПГ.

Затем, с учетом опыта и предложений эксплуатирующей ГРС службы ООО «Газпром трансгаз Волгоград», составлен (и уточнен в процессе разработки изделия) нижеследующий перечень требований к мобильному узлу подачи газа, отвечающих практическим условиям проведения капитального ремонта ГРС.

1. МУПГ применяется, как правило, только в летний (теплый) период времени года, в связи с этим:

– его конструктивная производительность в общем случае должна составлять не менее 15–20% величины проектной производительности ремонтируемой ГРС (в необходимых случаях уточняется эксплуатирующей организацией);
– предпочтительным является открытое исполнение МУПГ, на раме с навесом (в данном случае не требуются системы отопления, вентиляции, охранной и пожарной сигнализации, контроля загазованности). При этом следует предусматривать съемные

ограждающие конструкции, предотвращающие загрязнение внутреннего оборудования МУПГ при транспортировке.

2. МУПГ применяется для капитального ремонта действующих ГРС, во многих случаях – в стесненных условиях, в связи с этим его исполнение должно быть в виде единой, легко транспортируемой конструкции, с минимально возможными габаритами.

3. МУПГ должен подключаться по типовой схеме, включенной в его Руководство по эксплуатации, к следующим внешним коммуникациям:

- к входному трубопроводу ГРС через электроизолирующее соединение;
- к выходному трубопроводу ГРС через электроизолирующее соединение;
- к существующему контуру заземления ГРС.

Никаких других физических подключений (трубопроводов и кабелей) быть не должно.

Освещение МУПГ следует предусматривать внешними источниками направленного света из взрывобезопасной зоны.

4. Трубопроводы и оборудование входной части МУПГ (до участка установки предохранительных сбросных клапанов) в части конструктивной прочности должны быть рассчитаны на величину максимального рабочего давления подводящего газопровода – отвода (в общем случае – 7,4 МПа), выходной части МУПГ (начиная с участка установки предохранительных сбросных клапанов) – на давление 1,2 МПа. Конструктивное исполнение изделия должно обеспечивать отсутствие повреждений при многократной транспортировке, что по опытным данным Завода «Газпроммаш» эквивалентно сейсмостойкости 8 баллов.

5. Диаметры трубопроводов следует рассчитывать из условий обеспечения допустимой скорости – не более 50 м/сек при максимальном расходе (аналогично обводным линиям ГРС).

6. Конструкция МУПГ должна быть простой и надежной, но при этом обеспечивать выполнение следующих функций:

- в первоначальный период «приема нагрузки» и в ряде других случаев (вывод из работы регулятора давления, фильтра, достижение верхнего уровня конденсата) - снижение давления газа до необходимого значения и его поддержание в приемлемых пределах, осуществляемое оператором посредством перестановки рабочего органа регулирующего клапана с ручным приводом. Защита от превышения давления - путем установки сбросных предохра-

нительных клапанов (1 рабочий плюс 1 резервный, Рнастр = 1,12 Рвых, пропускная способность Qсброса ≥ 0,5 Qвых).;

– очистку газа перед регулятором давления с целью обеспечения благоприятных условий его работы, а также нормальной работы счетчика газа, с обеспечением сбора жидких примесей в накопительной емкости, оборудованной сигнализатором верхнего уровня (объем емкости при этом не регламентируется). Должна быть предусмотрена сигнализация предельно допустимого перепада на фильтрующем элементе;
– автоматическое поддержание выходного давления газа регулятором давления с организацией защиты от превышения давления путем установки клапана-отсекателя в составе регулятора или последовательно с ним (Рнастр = 1,1 Рвых). Должна быть предусмотрена сигнализация о недопустимом отклонении давления – посредством сигнализирующих манометров, а также сигнализация о срабатывании клапана – отсекателя;
– замер расхода газа для расчета количества вводимого одоранта, с обеспечением функций коммерческого учета расхода газа (для выполнения взаиморасчетов поставщика с потребителем). Должна быть предусмотрена сигнализация недопустимого перепада давления на счетчике. Узел учета должен иметь обводную линию для кратковременного пуска газа. При выборе счетчика нужно стремиться максимально расширить нижний диапазон измеряемого расхода;
– одоризацию газа посредством одоризатора с ручной настройкой подачи одоранта, с учетом количества введенного одоранта по мерному сосуду и тарировочной таблице расходной емкости. Расходная емкость должна иметь сигнализатор нижнего предельного уровня. В конструкции одоризатора должна быть предусмотрена возможность заправки расходной емкости без остановки процесса одоризации, при этом вытесняемые пары одоранта должны либо пропускаться через нейтрализатор, либо откачиваться эжектором в выходной газопровод (при наличии достаточного для работы эжектора газопотребления).

7. Свечные трубопроводы МУПГ должны крепиться на конструкциях МУПГ (разъемные соединения следует предусматривать на фланцах), выводиться на высоту не ниже 4 метров от основания МУПГ, и оснащаться оголовками, обеспечивающими выброс газа восходящим потоком, под углом к поверхности земли не менее 30–45^0. Должны быть

предусмотрены штуцера для подачи азота на входном и выходном трубопроводах, с целью вытеснения воздух перед пуском МУПГ, а также вытеснения природного газа из МУПГ после его использования.

8. В части оснащения МУПГ приборами КИП и А следует предусматривать показывающие приборы давления и температуры на входе и выходе МУПГ, а также показывающие электроконтактные манометры, с передачей сигнализации на удаленный пульт оператора по беспроводной связи (по радиоканалу или по сетям сотовой связи GSM) обобщенного аварийного сигнала в следующих ситуациях:

- недопустимое повышение выходного давления (Р ≥ 1,1 Рвых);
- недопустимое понижение выходного давления (Р ≤ 0,9 Руст.);
- предельный перепад давления на фильтрующем элементе;
- предельный уровень жидкости в емкости сбора продуктов очистки;
- недопустимый перепад давления на счетчике;
- минимально допустимый уровень одоранта в расходной емкости.

Емкость аккумулятора передающего устройства следует рассчитывать из условий обеспечения его работы в течение 1 месяца (не менее).

На основе всех вышеперечисленных требований и условий Заводом «Газпроммаш» разработана технологическая схема ГПМ-МУПГ-5 (см. рис. 1), производительностью до 5000 м^3/час.

Работа ГПМ-МУПГ-5 осуществляется следующим образом.

Газ со входа МУПГ по трубопроводу DN50 поступает через электроизолирующее фланцевое соединение на узел снижения давления, состоящий из двух линий: одна на базе ручного регулирующего клапана, вторая - на базе регулятора давления газа со встроенным отсекателем, с установкой перед ним коллектора очистки газа (тонкость очистки 40 мкм). В первоначальный момент используется линия с ручным регулированием, затем производится пуск в работу автоматизированной линии очистки и редуцирования. Предусмотрен сбор продуктов очистки в накопительной емкости, оснащенной сигнализатором верхнего предельного уровня. Узлы очистки и снижения давления в составе входного модуля МУПГ показаны на рис. 2.

Далее, после снижения давления, газ поступает на узел замера расхода, состоящий из одной рабочей линии с ротационным счетчиком Delta и обводной линии. В первоначальный период газ подается по обводной линии, после перевода редуцирования на автоматический режим (с очисткой) производится включение в работу замерной линии.

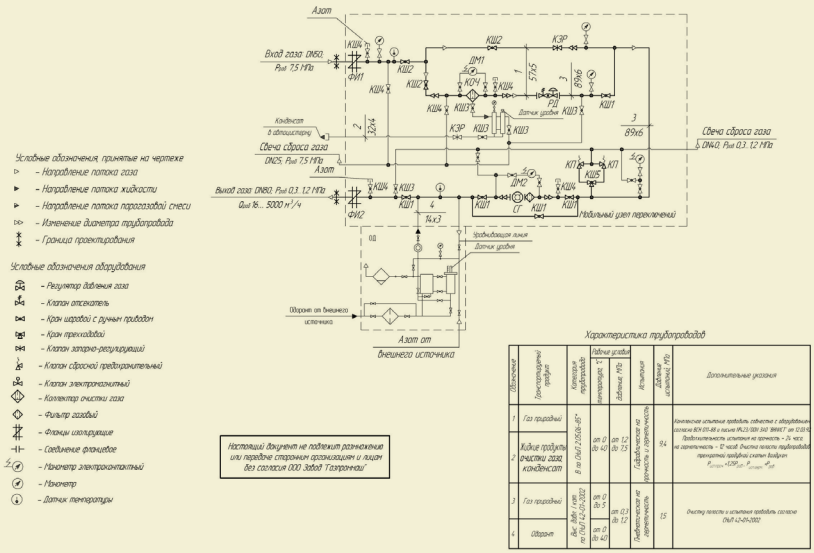


Рис. 1. Технологическая схема ГПМ-МУПГ-5

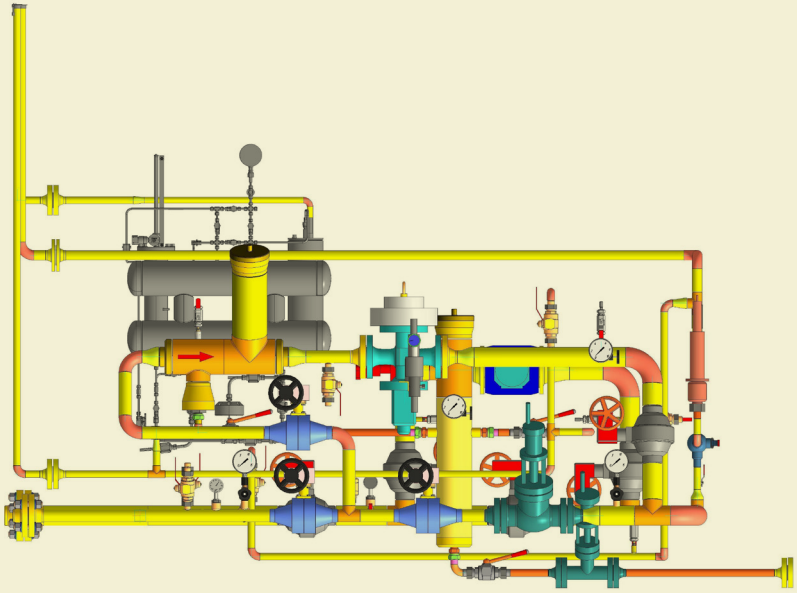


Рис. 2. Входной модуль обвязки МУПГ

Перед счетчиком также предусмотрена защитная сетка, предотвращающая попадание в него мехпримесей недопустимого размера.

После замера расхода производится ввод одоранта в газ путем ручной настройки дозирующего капельного устройства, с визуальным контролем поступления одоранта через смотровое окно. Настройка подачи производится пропорционально показаниям узла учета газа, и периодически проверяется по скорости опорожнения мерного сосуда, и расходной емкости в целом (по тарировочной таблице). Объем расходной емкости составляет 40 литров, что обеспечивает непрерывную работу ГРС в реальных условиях эксплуатации в течение 1 месяца (не менее).

Далее газ подается потребителю через выходной газопровод DN80 с фланцевым электроизолирующим соединением.

Выходной модуль МУПГ с узлами замера и одоризации показан на рис. 3.

МУПГ запускается первоначально в «ручном» режиме, затем переводится на автоматический, аналогичный эксплуатации ГРС при надомной форме обслуживания. Оператор постоянно имеет при себе удаленный пульт оператора (либо сотовый телефон стандарта GSM), на ко-

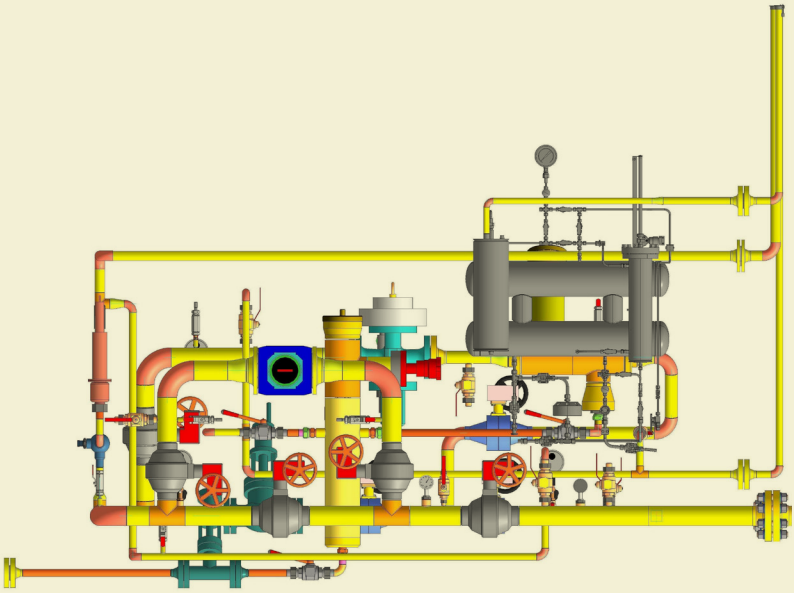


Рис. 3. Выходной модуль обвязки МУП

торый при возникновении нештатной ситуации направляется сигнал, при получении которого оператор в срочном режиме вызывает ремонтную службу, а сам отправляется на МУПГ, где переводит работу в «ручной» режим, поддерживаемый до устранения причины нештатной ситуации.

В рамках практической реализации замысла Заводом «Газпроммаш» разработана конструкция МУПГ на раме, с навесом и боковыми закрывающимися роль-ставнями. Общие размеры ГПМ-МУПГ-5 размерами 3000х1500х2400 мм, масса – не более 2,2 тонн в транспортном положении (со съемными частями).

Планируется в зимний период 2010–2011 г. г. изготовление транспортируемого ГПМ-МУПГ-5, с его установкой на малогабаритный прицеп ПСА 2,7 т для автомобиля «Газель» (см. рис. 4).

Рис. 4. Транспортно-установочные габариты МУПГ на автоприцепе ПСА 2,7 т для а/м "Газель".

Для размещения подобной МУПГ на объекте достаточно ровной площадки 2х4 м. Данное решение позволит осуществлять оперативную доставку МУПГ на объекты ремонта, с быстрым включением его в работу без выполнения погрузочно-разгрузочных операций. В связи с неопределенностью перспектив финансирования изготовления изделия за счет средств ОАО «Газпром», Заводом «Газпроммаш» рассматривается вариант изготовления ГПМ-МУПГ-5 за счет собственных средств, с его последующей сдачей в аренду на летний период и штатного хранения в зимний период на складе предприятия.

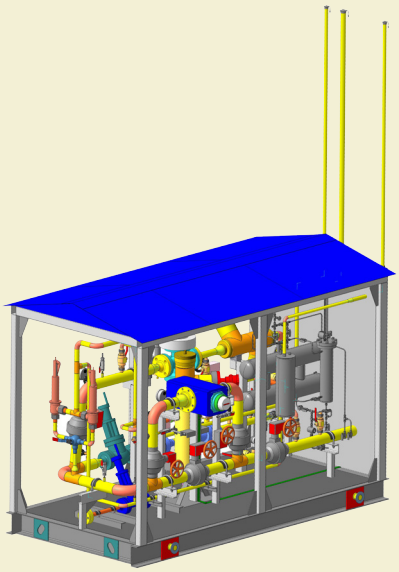
Подводя итоги проделанной работы, можно констатировать успешное завершение следущих этапов.

1. Разработка концепции построения мобильного узла подачи газа для временного газоснабжения потребителей при капитальном ремонте ГРС.

2. Разработка оптимальной технологической схемы МУПГ для капитального ремонта газораспределительных станций производительностью до 30 тыс. м^3/час, обеспечивающей предельную простоту запуска и достаточную автоматизацию для эксплуатации изделия в условиях надомной формы обслуживания, при этом не противоречащей требованиям действующих нормативно-технических документов;

3. Разработка рабочих чертежей ГПМ-МУПГ-5 повышенной компактности и предварительная подготовка его производства.

Авторы статьи приглашают представителей газотранспортных предприятий и других заинтересованных организаций к обсуждению и дальнейшему совершенствованию предложенной концепции в рамках подготовки ее практической реализации. Завод «Газпроммаш» готов выпустить головную партию мобильных узлов подачи газа в соответствии с реальными запросами потенциальных потребителей.



Рабочее положение ГПМ-МУПГ-5

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЗАВОДСКИХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

П.В.Хворостян, *инженер-конструктор 1 кат.*

С.А.Барканов, *инженер-конструктор 1 кат.*

Современное производство промышленного газового оборудования предполагает помимо проверки качества изготовления и соответствия техническим требованиям, прописанным в чертежах, еще и оценку работоспособности изделия в режимах, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации. Для обеспечения таких условий приказом генерального директора на заводе «Газпроммаш» была создана испытательная лаборатория (ИЛ).

Основными задачами ИЛ являются:

– проведение испытаний выпускаемого оборудования и отдельных, наиболее важных его узлов;
– анализ результатов испытаний и выработка на их основе предложений по совершенствованию изделий;
– сбор, хранение информации об изделиях, прошедших испытания в ИЛ и ее систематизация для сопоставления с оценками специалистов-эксплуатационников;
– анализ отказов оборудования в реальных условиях эксплуатации и выявление их конкретных причин.

На первом этапе объектами проведения испытаний определены:

1. Подогреватели газа ГПМ-ПТПГ и ГПМ-ПГА.

2. Блоки подготовки теплоносителя газораспределительных станций (ГРС).

3. Регуляторы давления газа.

4. Газовые фильтры.

Подробнее остановимся на особенностях проведения заводских испытаний подогревателей газа, основная задача которых – максимально приблизить соответствие условий испытаний эксплуатационным режимам. С этой целью на прилегающей к корпусу цеха №1 территории была оборудована площадка с подводом газопровода (от 0,3 до 0,4 МПа), промышленного водопровода с пропускной способностью 4 м^3/ч и электросети. Для редуцирования давления газа на площадке установлен газораспределительный пункт ГРПУ-2-1С со счетчиком газа с электронным корректором для измерения расходных характеристик горелочных устройств подогревателей (рис. 1).

На его базе разработана и изготовлена газовая обвязка, являющаяся одновременно байпасом по отношению к имеющемуся ГРПУ. Это позволяет испытывать подогреватели как в комплекте со штатным ГРПУ, так и без него (рис. 2).

Специалисты ИЛ совместно с отделом технического контроля (ОТК) и представителями производства разработали комплекс мероприятий, включающих в себя следующие составляющие:

– установка на испытательный участок подогревателя;
– подключение топливного газа и заполнение подогревателя водой;
– настройка предохранительного запорного клапана (ПЗК) регу-

Рис. 1 ГРПУ-2-1С

Рис. 2 Подогреватель газа ГПМ-ПТПГ-30М на испытательном участке

лятора давления газа, предохранительного сбросного клапана (ПСК) в ГРПУ;
- настройка регулятора давления на паспортное значения давление газа перед горелкой (0,07 МПа);
- настройка клапана большого горения;
- проверка работоспособности технологических аварийных защит;
- запуск подогревателя в автоматическом режиме;
- замер расходной характеристики горелочного устройства;
- замер выбросов оксидов углерода и азота с помощью газоанализатора, а также распечатка результатов на принтере (рис. 3);
- оформление заводских испытаний с выводами и рекомендациями (рис. 4).

Аналогичным образом проводятся испытания подогревателей газа прямого нагрева ГПМ-ПГА (рис. 5). Однако здесь есть некоторые особенности. В змеевик подогрева вместо газа подается вода с последующим сбросом в ливневую канализацию. Такая технология позволяет проверять работоспособность регулятора температуры прямого действия РТДО из состава подогревателя газа и замерять по прямому балансу тепловую мощность подогревателя.

Кроме вышеописанных стандартных работ, на испытательном участке проходят «обкатку» новые конструкторские разработки, внедряемые на подогревателях газа.

К примеру, в 2009 году заводом было выпущено большое количество подогревателей ГПМ-ПТПГ-30М-01 северного климатического исполнения, в процессе испытаний которых обнаружились недостатки в работе системы контроля пламени. В автоматическом режиме фотодатчик ФД-02 с отсутствующей закономерностью периодически «терял» пламя, выводя подогреватель в режим аварии. По нашим замечаниям заводом-

Рис. 3 Газоанализатор MSI Pro 2

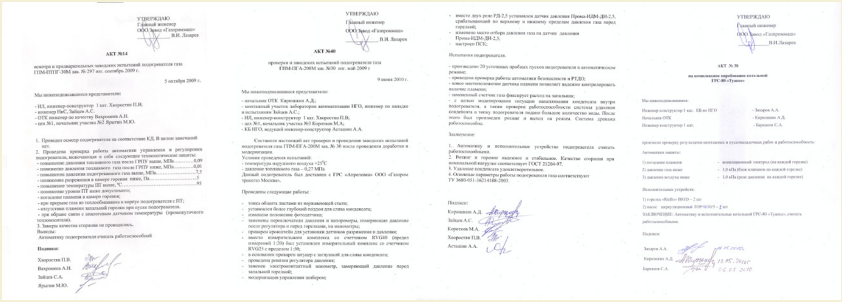


Рис.4. Образцы актов заводских испытаний

производителем фотодатчиков была в экстренном порядке проведена их принципиальная доработка, обеспечивающая в дальнейшем их стабильную и надежную работу.

К числу других важных узлов, прошедших доводку в условиях ИЛ можно отнести:

- дымовые трубы различной высоты с дефлекторами и без них;
- запальные горелки различных модификаций;
- экспериментальные инжекционные многосопловые горелки;
- инфракрасная горелка, применяемая в шкафных газовых обогревателях;
- усовершенствованный блок управления подогревателя газа БУПГ-24-3М-У2;
- устройство снижения мощности, потребляемой автоматикой подогревателя газа (УСПМ);
- регуляторы давления в ГРПУ подогревателя с установкой ресивера перед обвязкой горелки.

На испытательном участке проходят занятия по обучению навыкам наладки и последующей эксплуатации по-

Рис.5 Подогреватель ГПМ-ПГА-200М на испытательном участке

догревателей газа для специалистов газотранспортных и пусконаладочных организаций (рис. 6).

Для испытаний новых и модернизируемых горелочных устройств типа ГПМ-ГИМ на соответствие нормативным требованиям (экономичность и экологичность сгорания) используется специально созданный стенд с водоохлаждаемой камерой горения (рис. 7).

Рис. 6 Специалисты «Газпром трансгаз Москва» проходят обучение на испытательном участке

Рис. 7. Стенд для испытаний горелок

Блоки подготовки теплоносителя и котельные установки проходят испытания непосредственно на сборочном участке с соблюдением организационно-технических мероприятий по технике безопасности. В процессе подготовки к испытаниям на соответствующие входы проверяемого устройства подаются энергоносители (вода, газ, электричество). Далее, проводится проверка работоспособности функций защиты и регулирования, исполнительных механизмов – предохранительных, сбросных клапанов, насосов, трехходовых кранов, а затем производится пробный пуск горелочных устройств, установленных на котлах. По результатам испытаний оформляется акт.

Полноценное проведение заводских испытаний позволяет выявить скрытые дефекты изделий (при их наличии) и существенно снизить вероятность отказов оборудования на объектах эксплуатации.

В перспективе – планомерное оснащение лаборатории самыми современными средствами измерений и диагностики, а также расширение ее функций с распространением на все виды выпускаемой заводом «Газпроммаш» продукции.

РАЗРАБОТКА ГАЗОВОДЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ГПМ-ТГ ДЛЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

П.В. Хворостян, *инженер-конструктор 1 кат.*

Одним из основных видов продукции, выпускаемой заводом «Газпроммаш» являются газораспределительные станции (далее ГРС). Главное назначение ГРС – снижение магистрального давления газа до рабочего давления газораспределительной системы потребителей и поддержание его на заданном уровне.

Существуют два основных вида ГРС с точки зрения компоновочных решений: раздельно-блочная и объединенно-блочная. Достоинства и характерные особенности каждого вида компоновки ГРС достаточно подробно рассмотрены в предыдущем выпуске «Вестника Газпроммаша»{1}. До недавнего времени завод «Газпроммаш» отдавал предпочтение ГРС с раздельно-блочной компоновкой оборудования, при этом для подогрева газа перед редуцированием использовались серийно выпускаемые подогреватели газа типа ГПМ-ПТПГ или ГПМ-ПГА.

Изучив иностранный и отечественный опыт производства ГРС в части минимизации занимаемой ГРС площади, в соответствии с основными принципами технической политики завода «Газпроммаш» – изготовление значительной части комплектующих изделий непосредственно на заводе{2}, в условиях усиливающейся с каждым годом конкуренции на рынке газового оборудования, руководство завода приняло решение о постановке на производство модификации ГРС в объединенно-блочной компоновке. Характерными примерами данного вида продук-

ции являются ГРС «Джубга-1», «Джубга-2», «Новомихайловская» магистрального газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи», возводимого по проекту газификации Черноморского побережья Краснодарского края в рамках олимпийской программы. При объединенно-блочной компоновке применение традиционных подогревателей газа затруднительно. Связано это с тем, что с огневой стороны подогревателей газа должны быть предусмотрены противопожарные расстояния. Поэтому, в данном случае, функция подогрева газа возложена на систему «котел – теплообменник».

Применение системы «котел – теплообменник» дает ощутимую экономию топливного газа по сравнению с традиционными подогревателями газа. Это связано с тем, что котел имеет более высокий КПД (90–92%) за счет применения горелок с принудительной тягой и устройством контроля соотношения топливо-воздух, позволяющих сжигать газ при минимальном коэффициенте избытка воздуха, а также за счет более развитой поверхности теплообмена.

Справедливости ради, следует отметить, что новый типоразмерный ряд подогревателей газа производства завода «Газпроммаш» ГПМ-ПТПГ-К имеет достаточно высокий КПД – 87 % {3} и в целом ряде случаев применение таких подогревателей в составе ГРС вполне оправдано.

В ходе проведения НИОКР, на стадии разработки ряда газоводяных теплообменников специалистами КБ нефтегазового оборудования, изучались теплообменные устройства, выпускаемые, в частности, ЗАО «Уромгаз» (г.Екатеринбург). Предварительные расчеты показали, что основным недостатком их конструкции является слабая эффективность теплообмена, характеризующаяся невысоким коэффициентом теплопередачи. Поэтому основной задачей при разработке нового теплообменника стали поиски путей повышения этого коэффициента.

Рассмотрим основное уравнение теплопередачи {4}.

$$\mathbf{Q = К \cdot F \cdot \Delta t}, \qquad (1)$$

где **К** – коэффициент теплопередачи, характеризует собой интенсивность передачи тепла от греющей среды к нагреваемой, $\frac{Вт}{м^2 \cdot {}^\circ C}$; **F** – площадь поверхности теплообмена, м^2; **Δt** – средний температурный напор, °С; **Q** – тепловая мощность, Вт

Анализируя уравнение (1), можно сделать вывод о том, что в случае увеличения коэффициента **К**, для передачи одного и того же количества тепла **Q** и одинаковом температурном напоре **Δt**, требуется меньшая поверхность теплообмена **F**, что ведет к уменьшению габаритов теплообменного аппарата.

Для оценки влияния на интенсивность теплопередачи рассмотрим также уравнение

$$\mathbf{К} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{Г}} + \frac{\delta}{\lambda_{м}} + \frac{1}{\alpha_{ПТ}}}; \qquad (2)$$

где $\alpha_{Г}$, $\alpha_{ПТ}$ – коэффициент теплоотдачи со стороны подогреваемого газа и промежуточного теплоносителя, $\frac{Вт}{м^2 \cdot {}^{\circ}C}$; δ – толщина стенки теплообменной трубы, м; $\lambda_{м}$ – коэффициент теплопроводности материала теплообменной трубы, $\frac{Вт}{м \cdot К}$.

В качестве базового варианта принимаем: в межтрубное пространство подается типовой теплоноситель (охлаждающая жидкость ОЖ-40 по ГОСТ 28084-89), а в трубное пространство – природный газ. Значение коэффициента $\alpha_{Г}$ составляет приблизительно от 1500 до 2000 $\frac{Вт}{м^2 \cdot {}^{\circ}C}$ и существенным образом повлиять на него не представляется возможным. В связи с этим рассматривался вариант перенаправления газа в межтрубное пространство, а теплоносителя в трубное, что обеспечивало увеличение $\alpha_{Г}$ и уменьшение $\alpha_{ПТ}$ (продольное омывание). Однако при этом потери давления газа возрастали многократно, что делало неприемлемым рассматриваемый способ нагрева газа.

Термическое сопротивление стенки $\delta/\lambda_{м}$ практически постоянная величина. Очевидно, что основное влияние на величину **К** оказывает коэффициент $\alpha_{ПТ}$.

Скорость движения теплоносителя в теплообменниках изучаемых аналогов крайне мала. Упрощенно можно считать, что основная теплоотдача происходит в них путем свободной конвекции у вертикальных труб. При этом $\alpha_{ПТ}$ = 500 – 600 $\frac{Вт}{м^2 \cdot {}^{\circ}C}$, **К**= 400 – 500 $\frac{Вт}{м^2 \cdot {}^{\circ}C}$. Поэтому было принято решение об увеличении скорости движения теплоносителя при поперечном омывании шахматных пучков труб путем установки большего количества сегментных перегородок, что наглядно иллюстрирует рисунок 1. Для данной конструкции $\alpha_{ПТ}$ возрастает ориентировочно в 3–4 раза, а **К** – в два раза, что дает существенное уменьшение потребной поверхности теплообмена.

Сегментные перегородки изготавливаются на станках с ЧПУ. Высокая точность изготовления позволяет значительно упростить сборку и соблюсти минимально возможные зазоры между кожухом и перегородкой, чтобы избежать нештатных условий теплообмена. Для этой же цели в теплообменниках применены противобайпасные полосы, исключающие перетечки (байпасирование) и увеличивающие скорость движения теплоносителя.

Результатом изменения схемы движения теплоносителя, высокой точности изготовления стало значительное повышение эффективности теплопередачи в данном теплообменнике по сравнению с известными аналогами.

Основные характеристики газоводяных теплообменников ГПМ-ТГ приведены в таблице 1. Типовой представитель данного ряда, теплообменник ГПМ-ТГ-50/10,0, успешно прошел сертификационные испытания. Получено также разрешение Ростехнадзора на применение теплообменников типоразмерного ряда, предусмотренного техническими условиями ТУ 3612-069-36214188-2008 {5}, что позволило поставить данный вид продукции на серийное производство.

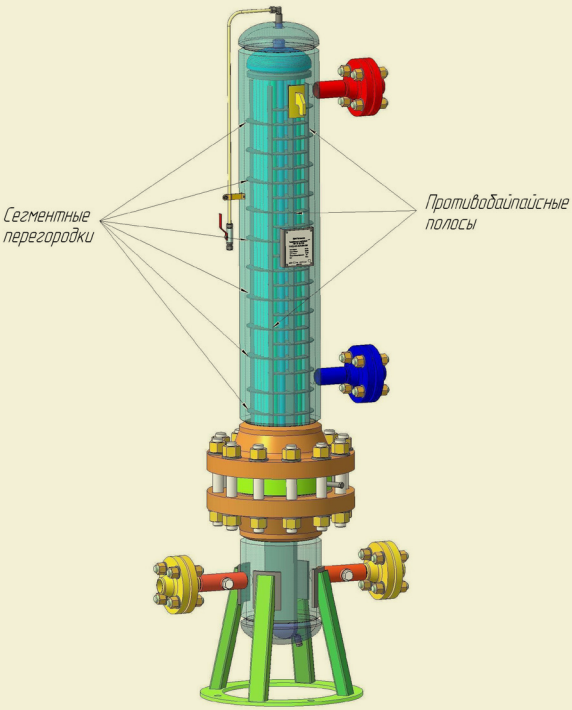


Рис. 1 Схема теплообменника

Рис. 2 Теплообменник газоводяной ГПМ-ТГ-50/10,0

Таблица 1

Наименование параметра или характеристики	Значения по типам или исполнениям											
	ГПМ-ТГ											
	50/ 6,3	50/ 10,0	50/ 12,5	80/ 6,3	80/ 10,0	80/ 12,5	100/ 6,3	100/ 10,0	100/ 12,5	150/ 6,3	150/ 10,0	150/ 12,5
1 Номинальный диаметр присоединительных патрубков подогреваемого газа DN, мм	50			80			100			150		
2 Максимальное значение рабочего давления подогреваемого газа, (расчетное давление) МПа (кгс/см^2)	6,3 (64)	10,0 (102)	12,5 (128)	6,3 (64)	10,0 (102)	12,5 (128)	6,3 (64)	10,0 (102)	12,5 (128)	6,3 (64)	10,0 (102)	12,5 (128)
3 Потери давления подогреваемого газа в трубном пучке, МПа (кгс/см^2), не более	0,2 (2)											
4 Номинальная пропускная способность при давлении подогреваемого газа 3,0 МПа, нм^3/ч	5000			10000			20000			40000		
5 Перепад температур подогреваемого газа в номинальном режиме, °С	20	35	55	20	35	55	20	35	55	20	35	55
6 Пробное гидравлическое давление в трубном пучке, разделительной камере и корпусе, МПа (кгс/см^2)	8,0 (82)	12,5 (128)	15,6 (159)	8,0 (82)	12,5 (128)	15,6 (159)	8,0 (82)	12,5 (128)	15,6 (159)	8,0 (82)	12,5 (128)	15,6 (159)
7 Пробное пневматическое давление проверки герметичности соединения труб с трубной решеткой, МПа (кгс/см^2)	0,5(5)											
8 Расчетная температура стенки, °С	100											
9 Допустимая минимальная температура стенки, °С	минус 20											

Список использованных источников

1. Вестник Газпроммаша. Выпуск № 3. Л.Ф. Шестиперстов «Использование опыта проектной привязки изделий полной заводской готовности для формирования базы типовых проектных решений применительно к ГРС».

2. Б.К. Ковалев. Доклад на конференции в рамках международной специализированной выставки «GAZ INDUSTRY» 14.12.2006, г. Оренбург. «Опыт производства современного оборудования для ГРС и объектов газоснабжения».

3. Вестник Газпроммаша. Выпуск №2 А.Г. Маслин, П.В. Хворостян «Оптимизация конструкции подогревателя газа с промежуточным теплоносителем»

4. «Основы теплопередачи». М.А.Михеев, И.М. Михеева – М.: Энергия, 1977 – 344 с.

5. Технические условия ТУ 3612-069-36214188-2008. Теплообменники газоводяные ГПМ-ТГ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Ломовцев, *зам. главного конструктора*

Д.В. Шеметьев, *начальник КБ ЗРА*

Выполнение современных требований по надежности и долговечности газового оборудования, предъявляемых ОАО «Газпромрегионгаз» и эксплуатационными службами газораспределительных организаций, невозможно сегодня без модернизации элементной базы: шаровых кранов, газовых фильтров, предохранительных устройств и, в особенности, регуляторов давления газа. Поэтому специалисты завода «Газпроммаш», наряду с постановкой на производство новых изделий, ведут планомерную модернизацию широко распространенных, но морально устаревших модификаций запорно-регулирующего оборудования и газовых фильтров, превращая их в современные модели. Попутно учитываются потребности заказчиков в расширении модифицированных рядов отдельных видов оборудования, а также ведется системная унификация узлов и деталей для различных конструктивных исполнений с одновременным повышением технологичности изготовления. Ниже приводится краткая информация о некоторых результатах этих работ.

Шаровые краны с рабочим давлением до 1,6 МПа

1. Разработаны и поставлены на производство краны фланцевые со

**КШ-50 алюминиевый, КШ-100 приварной,
КШ-150 с механизированным приводом**

стальным сварным корпусом КШ-150Гс3 и КШ-150Гс3п (с механизированным приводом).

2. Разработаны и поставлены на производство краны под приварку со стальным корпусом КШ-50Гс5, КШ-100Гс5 и КШ-100Гс5п (с механизированным приводом).

3. Типоразмерный ряд шаровых кранов с литым алюминиевым корпусом дополнен модификацией КШ-50Га3, имеющей (в отличие от остальных исполнений) круглые присоединительные фланцы. Также внесены усовершенствования в конструкцию крана со стальным корпусом КШ-50Гс2п (с механизированным приводом) из этого же ряда.

4. Найдено и отработано техническое решение, обеспечивающее возможность регулировки натяга шарового затвора при сборке кранов. Введение его в конструкцию шарового крана, создает условия для возможного восстановления работоспособности крана (компенсации износа уплотнения) в процессе эксплуатации.

5. Модернизирована система смазки шаровых кранов с использованием современных инновационных материалов, которые не теряют своих свойств в диапазоне температур от –60°С до +180°С и не подвержены старению.

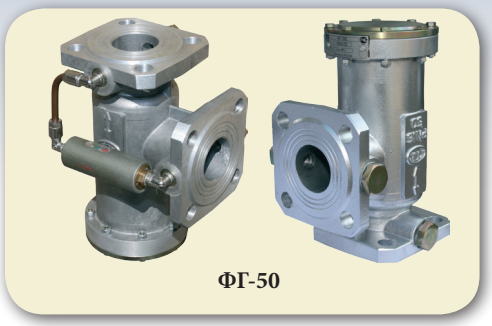
Газовые фильтры с рабочим давлением до 1,6 МПа

1. Разработана и поставлена на производство модификация фильтра ФГ-300 со стальным сварным корпусом.

2. Типоразмерный ряд угловых фильтров с литым алюминиевым корпусом дополнен модификацией ФГ-50/32.

3. Изменена конструкция литых алюминиевых угловых фильтров ФГ-50, позволяющая менять направление подачи газа (т.е. вход фильтра с его выходом) без каких-либо доработок.

4. Разработана и испытана новая конструкция индикатора перепада давления ИПД. Модернизированный индикатор, по сравнению с предыдущим, имеет меньшие габариты, более технологичен в изготовлении и надежнее в работе.



ФГ-50

Предохранительные устройства

1. Разработана, изготовлена и успешно прошла испытания новая конструкция предохранительного запорного клапана КПЗ-50, отвечающая всем современным требованиям к запорной предохранительной арматуре.

КПЗ-50

Отличительными особенностями конструкции, являются следующие:

- закрытая прозрачным кожухом система, полностью исключает опасность травмирования обслуживающего персонала при срабатывании клапана;
- введено устройство для аварийного закрытия клапана в экстремальных обстоятельствах;
- впервые в России на устройстве данного типа предусмотрена возможность проверки работоспособности при неполном ходе клапана (без прекращения подачи газа потребителю);
- в конструкцию клапана введено устройство, обеспечивающее равномерное распределение усилия уплотнения по седлу клапана, что существенно повышает надёжность работы клапана;
- в конструкции клапана присутствует также устройство, поглощающее кинетическую энергию при ударе клапана о седло и сохраняющее целостность уплотнителя (за счет того, что его деформация не превышают предела упругости), а в результате, заметно повышающее долговечность клапана.
- повышена (по сравнению с аналогами) надёжность герметизации ввода вращения вала клапана.

Модернизированная конструкция запорного клапана вводится в состав регуляторов давления газа типа РДГ производства завода

«Газпроммаш», для которых на входе предусмотрена установка предохранительного запорного устройства.

2. Разработана и испытана новая конструкция предохранительного сбросного клапана ПСК-50, имеющая следующие отличительные особенности:

- пропускная способность (сбросовая производительность) увеличена в 1,5–2 раза, что позволяет существенно быстрее выводить защищаемый газопровод на установленное давление;
- введение в конструкцию, так называемого, «внутреннего импульса» обеспечивает более четкое отрабатывание клапана на закрытие и, соответственно, более точную настройку срабатывания;
- в отличие от зарубежных аналогов, предусматривается возможность ручного открытия клапана, что позволяет проверять его работоспособность в соответствии с российскими регламентами.

Регуляторы давления газа

РД-16-50

Регуляторы давления газа РД-16-50 рассчитаны на работу при входном давлении до 1,6МПа. Основной их отличительной особенностью является поршневой запорный орган, разгруженный от воздействия входного давления в осевом направлении. Диапазон настройки выходного давления, поддерживаемого регулятором – от 100мм.вод.ст. до 1,2 МПа. Регуляторы имеют принципиально новую схему управления, а также оригинальные конструктивные решения, которые позволяют осуществлять точное поддержание выходного давления во всём диапазоне входных давлений от 0 до 100% пропускной способности регуляторов. Для обеспечения комфортных условий работы регулятора давления газа в необходимых случаях, предусматривается возможность подогрева управляющего газа с помощью теплоносителя (например, горячей водой). В целях повышения точности регулирования, применена разгрузка цилиндрического затвора от одностороннего статического давления с помощью отверстий, через которые входное давление подается в полость над затвором. Пропускная способность РД-16-50 значительно выше, чем у аналогов с условным проходом DN50: по сравнению с РДГ – на 60%, а с РДБК1 – на 100%.

РДГ 50 (80, 150)

Среди усовершенствований, введенных в ходе модернизации регуляторов типа РДГ, следует особо отметить разделение контролируе-

мого давления подводимого к регулирующему клапану и механизму контроля предохранительно-запорного клапана (КПЗ), что позволяет производить проверку срабатывания КПЗ без изменения давления на выходе регулятора. Для повышения ремонтопригодности регулятора обвязка импульсными трубками выполнена с применением резьбовых фитингов. Также из конструкции изделия были исключены паронитовые прокладки и иные асбестсодержащие уплотнения и заменены резиновыми кольцами по ГОСТ 18829. Втулки, используемые в качестве направляющих для поршня рабочего клапана, изготовлены из материала, обладающего гораздо большей износостойкостью и значительно меньшим коэффициентом трения по сравнению с предыдущим исполнением. Аналогичные изменения были проведены и в регуляторах давления газа типа РДБК.

РДГ-150/200

Регуляторы давления газа РДГ-150/200, в отличие от других регуляторов типа РДГ, имеют различные проходные сечения входного и выходного патрубков: на входе – DN150, а на выходе – DN200 мм. Корпус регулятора спроектирован с учетом опыта передовых европейских производителей газорегулирующей арматуры. Возможность установки сменных седел до ø140 мм включительно обеспечивает пропускную способность на 70% выше, чем в РДГ-150. При равных диаметрах установленных седел, регуляторы РДГ-150/200 имеют по сравнению с РДГ-150 увеличенную на 5,3% пропускную способность и более низкий уровень шума. Регулятор выполнен в едином корпусе с предохранительно-запорным клапаном КПЗ-200.

РДГ-50 с закрытой системой

РДГ-150/200

ИЗДЕЛИЯ ЗАВОДА «ГАЗПРОММАШ» ДЛЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО И ГАЗОИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗАХ

(Из материалов для журнала «Факел» Ассоциации «Сибдальвостокгаз»)

В.П. Похмельнова, *зам. главного конструктора завода «Газпроммаш»*

Завод «Газпроммаш» является, пожалуй, единственным в России предприятием, серийно выпускающим практически весь комплекс технологического автоматизированного оборудования, необходимого для доставки газа от магистрального газопровода до непосредственного потребителя.

В номенклатуре выпускаемой заводом продукции присутствуют изделия, предназначенные для систем газоснабжения сжиженными углеводородными газами (СУГ). К их числу относятся регуляторы давления на расходы от 1 до 1000 м^3/ч, предохранительные клапаны (запорные и сбросные), фильтры для СУГ и шаровые краны различных типоразмеров. Некоторые из этих видов продукции уже свыше 10 лет применяются в составе газорегуляторного и газоиспользующего оборудования и при этом не имеют ни претензий, ни рекламаций со стороны эксплуатирующих организаций. Например, клапаны-отсекатели ПКК-40М в комплекте с регулятором РД-32М и клапаном предохранительным Т-831 широко применяются на редукционных головках подземных резервуаров.

Завод выпускает также одоризационные установки для одоризации сжиженных газов.

В последнее время для ряда регионов России востребованность СУГ (в качестве вида топлива, альтернативного природному газу) воз-

растает. Более чем в двадцати регионах России СУГ является единственным или, по крайней мере, преобладающим видом топлива, использующимся для коммунально-бытовых нужд и частично для автомобильного транспорта. Особенно актуально расширение географии использования СУГ в районах Сибири и Дальнего Востока, где транспортировка природного газа по трубопроводам усложняется из-за больших расстояний от места добычи и малой плотности населения на значительных территориях.

Отдельно следует отметить тот факт, что на рынке оборудования, работающего на СУГ, нередко присутствует контрафактная продукция, которая зачастую становится причиной аварийных ситуаций. Учитывая это обстоятельство, а также, в целом, недостаточную информированность газовиков Сибири и Дальнего Востока относительно продукции завода «Газпроммаш», сориентированной для работы на сжиженных углеводородных газах, предлагаем информацию о наших изделиях по данной тематике с подробными техническими характеристиками.

Регуляторы давления газа

Предназначены для редуцирования давления паровой фазы сжиженного газа ГОСТ 20448-90 на среднее и низкое, автоматического поддержания выходного давления на заданном уровне независимо от изменений расхода и входного давления, автоматического отключения подачи газа при повышении выходного давления сверх установленного значения или при уменьшении входного давления ниже заданной величины.

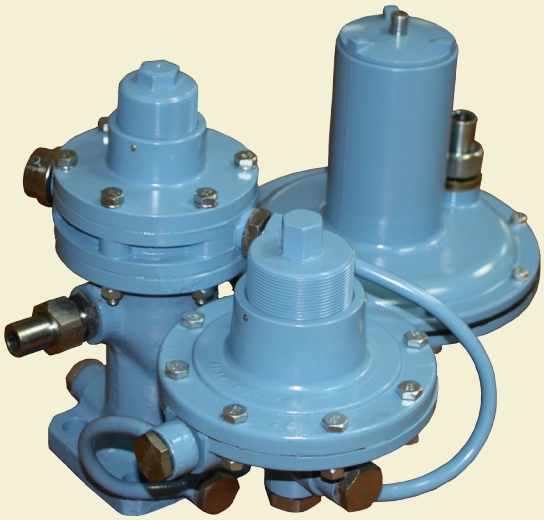
Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Класс герметичности затворов клапанов регуляторов – А по ГОСТ 9544-93.

Средний срок службы не менее 15 лет.

Ниже приводятся технические характеристики регуляторов давления газа, выпускаемых серийно на заводе "Газпроммаш" и успешно применяемых для редуцирования паровой фазы сжиженных углеводородных газов.

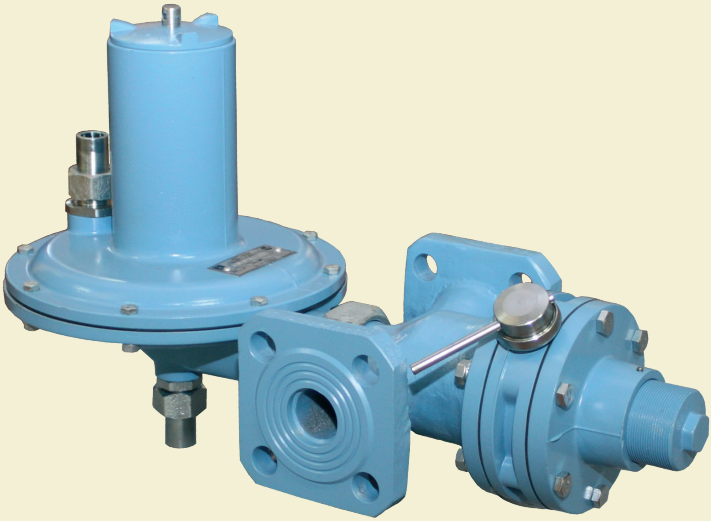
Регулятор давления газа РДГД-20МЖ



РДГД-20МЖ

Входное давление, МПа	от 0,05 до 1,2
Диаметр седла, мм	6
Пределы регулирования выходного давления, кПа	от 1,2 до 3,0
Зона неравномерности регулирования, %	±10
Номинальный расход в зависимости от входного давления, $м^3/ч$	
Рвх = 0,1 МПа	12,5
Рвх = 0,3 МПа	28,0
Рвх = 1,2 МПа	100,0
Диапазон настройки срабатывания предохранительного сбросного клапана при превышении установленного значения выходного давления, кПа	от 1,7 до 4,0
Диапазон настройки автоматического отключения подачи газа:	
– при повышении выходного давления, кПа	от 1,8 до 5,0
–при понижении выходного давления, кПа	от 0,6 до 1,0
– при понижении входного давления, МПа	от 0,01 до 0,05
Присоединительные размеры	
–входной штуцер, условный проход, DN, мм	20
– соединение	резьба G3/4 по ГОСТ 6357-81
–выходной патрубок, условный проход, DN, мм	32
–соединение	фланцевое по ГОСТ 12815-80

Регулятор давления газа универсальный РДУ-32/Ж



РДУ-32Ж

Входное давление, МПа	от 0,05 до 1,6
Диаметр седла, мм	4 (6)
Пределы регулирования выходного давления, кПа	от 2,0 до 3,5
Зона неравномерности регулирования, %	±10
Номинальный расход в зависимости от входного давления, $м^3$/ч:	
Рвх=0,1 МПа	13 (20)
Рвх=0,3 МПа	24 (44)
Рвх=1,6 МПа	126 (193)
Диапазон настройки срабатывания предохранительного сбросного клапана при превышении установленного значения выходного давления, кПа	от 2,3 до 4,5
Диапазон настройки автоматического отключения подачи газа:	
– при повышении выходного давления, кПа	от 3,0 до 5,5
– при понижении входного давления, МПа	от 0,01 до 0,05
Присоединительные размеры входного и выходного патрубков:	
– условный проход, мм	DN32
– соединение	фланцевое по ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа.

Регулятор давления газа РД-32М

РД-32М

Входное давление, МПа	от 0,05 до 1,6
Диаметр седла, мм	4 (6)
Пределы регулирования выходного давления, кПа	от 2,0 до 3,5
Зона неравномерности регулирования, %	±10
Номинальный расход в зависимости от входного давления, м^3/ч:	
Рвх=0,1 МПа	13 (20)
Рвх=0,3 МПа	24 (44)
Рвх=1,6 МПа	126 (193)
Давление срабатывания предохранительного сбросного клапана при превышении установленного максимального выходного давления, кПа	от 2,3 до 4,5
Присоединительные размеры:	
– входной патрубок, условный проход, DN, мм	20
– соединение	под приварку
– выходной патрубок, условный проход, DN, мм	32
– соединение	под приварку

Регуляторы давления газа комбинированные РДСК-50/400, РДСК-50/400Б, РДСК-50/400М

РДСК

Входное давление, МПа	от 0,05 до 1,6
Диаметр седла, мм	10 (14)
Пределы регулирования выходного давления, кПа:	
– РДСК-50/400М	от 10 до 50
– РДСК-50/400	от 50 до 200
– РДСК-50/400Б	от 200 до 300
Зона неравномерности регулирования, %	±10
Номинальный расход в зависимости от входного давления, $м^3/ч$:	
Рвх=0,1 МПа	60 (120)
Рвх=0,3 МПа	120 (240)
Рвх=1,2 МПа	360 (730)
Диапазон настройки автоматического отключения подачи газа:	
– при повышении выходного давления, кПа	
– РДСК-50/400М	от 12,5 до 70
– РДСК-50/400	от 62,5 до 270
– РДСК-50/400Б	от 230 до 400
– при понижении выходного давления, кПа	
– РЗДСК-50/400, РДСК-50/400М, РДСК-50/400Б	от 0,6 до 12
– при понижении входного давления, МПа	
– РДСК-50/400, РДСК-50/400М, РДСК-50/400Б	от 0,01 до 0,05
Присоединительные размеры:	
– условный проход входного и выходного патрубков	DN50
– соединение	фанцевое п ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа

Регуляторы давления газа РДБК1-25Н(В)Ж

РДБК

Входное давление, МПа	от 0,05 до 1,6;
Диаметр седла, мм	25;
Пределы регулирования выходного давления, кПа:	
РДБК1-25НЖ	от 1 до 60;
РДБК1-25ВЖ	от 30 до 600;
Зона неравномерности регулирования, %	±10;
Номинальный расход в зависимости от входного давления, $м^3/ч$:	
Рвх=0,1 МПа	220;
Рвх=0,3 МПа	450;
Рвх=1,2 МПа	1450;
Присоединительные размеры:	
– условный проход входного и выходного патрубков	DN50;
– соединение	фланцевое по ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа

Клапаны предохранительно-запорные

Клапаны-отсекатели предохранительные ПКК-40М

ПКК-40М

Клапаны-отсекатели предохранительные ПКК-40М предназначены для герметичного перекрытия подачи сжиженного газа по ГОСТ 20448-90 и других неагрессивных газов при:

– повышении давления на контролируемом участке сети сверх установленного предела;

– уменьшении входного давления газа ниже определенной величины.

Клапаны изготавливаются с муфтовым и фланцевым (Ф) корпусом.

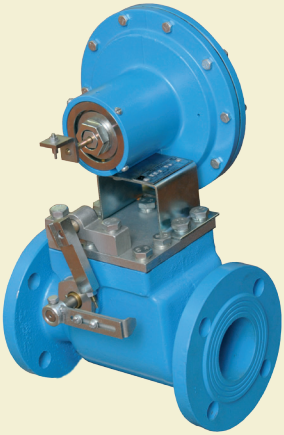
Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Класс герметичности затвора клапана – А по ГОСТ 9544-93.

Средний срок службы не менее 15 лет.

Максимальное давление на входе, МПа	1,6
Пределы регулирования контролируемого давления, кПа	
ПКК-40МН-1,6(Ф)	от 2,0 до 5
ПКК-40МС-1,6(Ф)	от 5 до 60
Наименьшее входное давление, при котором закрывается основной клапан, МПа (кгс/см^2)	0,01…0,05 (0,1…0,5)
Условный проход, мм	
– муфтовые	DN40
– фланцевые	DN50
Присоединительные размеры:	
– муфтовые, соединение на входе и выходе	внутренняя резьба G 1½
– фланцевые, соединение на входе и выходе	по ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа

Клапаны предохранительные запорные КПЗ-50Н(В)Ж



КПЗ-50

Клапаны предохранительные запорные КПЗ предназначены для автоматического прекращения подачи паровой фазы сжиженного газа к потребителям при повышении и понижении контролируемого давления газа сверх заданных величин.

Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Класс герметичности затвора клапана – А по ГОСТ 9544-93.

Средний срок службы не менее 15 лет.

Рабочее давление, МПа	1,6
Диапазон настройки срабатывания при понижении контролируемого давления, кПа:	
КПЗ-50НЖ	от 0,3 до 3
КПЗ-50ВЖ	от 3 до 30
Диапазон настройки срабатывания при повышении контролируемого давления, кПа:	
КПЗ-50НЖ	от 1,4 до 12; от 12 до 75
КПЗ-50ВЖ	от 30 до 160; от 160 до 750
Точность срабатывания, %	±5
Присоединительные размеры:	
– условный проход входного и выходного патрубков	DN50
– соединение	фланцевое по ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа

Клапан предохранительный Т-831

Т-381

Клапан предохранительный Т-831 пружинного типа предназначен для сброса давления паровой фазы сжиженного газа или других неагрессивных углеводородных газообразных сред в атмосферу до установленной величины при повышении давления в резервуарах сверх допустимого предела.

Клапан устанавливается на подземных резервуарах емкостью от 2,2 до 5 м^3.

Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Класс герметичности затвора клапана – А по ГОСТ 9544-93.

Средний срок службы не менее 15 лет.

Давление начала открытия клапана, МПа (кгс/см^2)	1,1+0,05 (11+0,5)
Пропускная способность клапана по газу с плотностью ρ = 2,2 кг/м^3 при давлении 1,15 МПа, м^3/ч, не менее	800
Условный проход, мм	DN25
Присоединительные размеры:	
– соединение	наружная резьба, трубная по ГОСТ 6357-81, 1½-В

Клапаны предохранительные сбросные

Клапаны предохранительные сбросные ПСК-50Н(В)

ПСК-50

Клапаны предохранительные сбросные ПСК-50 предназначены для ограничения давления паровой фазы сжиженного газа или других неагрессивных газов путем сброса газа в атмосферу до установленной величины при повышении давления в сети сверх допустимого предела.

Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Класс герметичности затвора клапана – В по ГОСТ 9544-93.

Средний срок службы не менее 15 лет.

Рабочее давление, МПа	1,6
Максимальное давление открытия клапана, кПа:	
ПСК-50Н/5	5
ПСК-50С/20	20
ПСК-50С/50	50
ПСК-50С/125	125
ПСК-50В/400	400
ПСК-50В/700	700
Диапазон настройки срабатывания	
ПСК-50Н/5	от 2 до 5
ПСК-50С/20	от 5 до 20
ПСК-50С/50	от 20 до 50
ПСК-50С/125	от 50 до 125
ПСК-50В/400	от 125 до 400
ПСК-50В/700	от 400 до 700
Условный проход, мм	DN50
Присоединительные размеры:	
– соединение на входе и на выходе	резьба внутренняя трубная по ГОСТ 6357-81, 2 дюйма

Фильтры газовые

Фильтры газовые сетчатые ФГ-50С

ФГ-50СУ

Фильтры газовые сетчатые ФГ-50С предназначены для использования в системах газоснабжения при очистке сжиженного газа по ГОСТ 20448-90 и других неагрессивных газов, и воздуха от механических примесей.

Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Средний срок службы не менее 30 лет.

Рабочее давление, МПа	1,6
Пропускная способность при рабочем давлении 1,6 МПа, $м^3/ч$, не более	8000
Допустимый перепад давления на фильтрующем элементе, Па (мм вод. ст.), не более	5000 (500)
Степень фильтрации частиц не менее 98 %, имеющих линейные размеры, мкм, не более	
– для ФГ-50СПС	100
– для ФГ-50СП, ФГ-50СУ, ФГ-50СУС	250
Присоединительные размеры:	
– условный проход входного и выходного патрубков	DN50
– соединение	фланцевое по ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа

Краны шаровые КШ-32Жа3, КШ-50Жа2, КШ-50Жс4

Краны шаровые

Краны шаровые газовые предназначены для применения на газопроводах, транспортирующих сжиженный газ по ГОСТ 20448-90 и другие неагрессивные газы, и используются в качестве запорного устройства.

Класс герметичности затвора – А по ГОСТ 9544-93.

Температура окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С.

Средняя наработка на отказ, циклов, не менее – 4000.

Средний срок службы не менее 30 лет.

Рабочее давление, МПа	2,5
Условный проход, мм	DN 32, 50
Температура рабочей среды	от минус 40 до плюс 80°С
Материал корпуса	
– КШ-32Жа3	алюминий
– КШ-50Жа2	алюминий
– КШ-50Жс4	сталь
Присоединительные размеры:	
– соединение	фланцевое по ГОСТ 12815-80 исп. 1 для PN=1,6 МПа
Тип привода	ручной
Вид установки	надземная

Одоризатор газа для сжиженных углеводородов

Одоризатор предназначен для дозированной подачи одоранта (смеси природных меркаптанов) в сжиженные углеводороды с рабочим давлением до 1,2 МПа (12 кгс/см^2), с целью придания сжиженным углеводородам характерного запаха.

Одоризатор обеспечивает:

– контроль уровня одоранта в рабочей емкости;

выдачу сигнала об отсутствии запаса одоранта в расходной емкости;

выдачу сигнала об отсутствии дозы одоранта.

– дозированную подачу одоранта в трубопровод;
– контроль вводимой дозы одоранта и автоматическую коррекцию расхода одоранта;
– повышение точности одорирования за счет коррекции времени подачи каждой следующей дозы одоранта в зависимости от массы текущей введенной дозы одоранта;
– автоматический учет суммарного расхода одоранта в единицах массы;
– отображение следующей информации на экране дисплея блока управления одоризатором (БУО):
  уровень одоранта в рабочей емкости;
  текущее расчетное значение часового расхода одоранта;
  время наработки одоризатора;
  накопленное суммарное значение расхода одоранта с момента запуска одоризатора;
  накопленное суммарное значение расхода одоранта для произвольно выбранного диапазона времени;
  аварийные и предупредительные сигналы;
– связь с различными системами верхнего уровня по согласованному протоколу.

Исполнение:

Одоризатор состоит из следующих основных узлов:

– блок управления одоризатором с дисплеем и кнопками управления;
– блок одоризации в составе:
  рабочее дозирующее устройство для одоранта;
  резервное дозирующее устройство для одоранта;
  узел учета подачи и расхода одоранта;
  замерная и расходная емкости для одоранта;
  фильтр очистки одоранта на входе в расходную емкость;
  фильтр очистки одоранта перед дозирующими устройствами;
  дезодоратор.
– дополнительно может комплектоваться;
  резервной емкостью 1,5–2 м^3;
  устройством автоматической заправки расходной емкости из резервной.

Технические характеристики:

Рабочее давление одорируемого сжиженных углеводородов, МПа (кг/см²)	0,3 – 1,2 (3 – 12)
Производительность одоризатора л/ч	300
Точность одорирования, %, не хуже	2
Точность учета расхода одоранта, %, не хуже	2
Напряжение электропитания, В	24–27 220–380
Выходные сигналы релейного типа, не менее	16
Связь с системами верхнего уровня и/или счетчиком газа:	RS232, RS485
– аналоговый вход	2 (12 бит)
– дискретный импульсный вход	2

Одоризатор шкафного типа

Одоризатор в блок-боксе с тремя отсеками:

1. Отсек КИПиА;
2. Отсек технологический;
3. Отсек хранения одоранта.

Устройство и принципы работы:

Элементы и узлы одоризатора смонтированы внутри утепленного обогреваемого (электрообогрев или централизованное водяное отопление) шкафа или блок-боксе . В шкафу предусмотрена естественная вентиляция, в блок-боксе так же предусмотрена принудительная с 10-и кратным обменом воздуха. Двери шкафа закрываются на ключ и оборудованы магнитоохранными извещателями, охранно-пожарной сигнализацией. Блок управления одоризатором БУО размещается во взрывобезопасной зоне (место установки определяется проектом привязки одоризатора к объекту).

Расчет подачи одоранта производится БУО в реальном времени. Данные о расходе сжиженных углеводородов поступают с штатно-

го расходомера. Дозирующее устройство производит ввод единичной дозы в трубопровод, при этом узел учета взвешивает каждую единичную дозу. Блок управления БУО рассчитывает частоту срабатывания дозирующего устройства с учетом текущего расхода сжиженных углеводородов и величины последней единичной дозы.

Условия эксплуатации:

Одоризаторы предназначены для эксплуатации на открытом воздухе в районах с сейсмичностью до 8 баллов с умеренным и холодным климатом в условиях, нормированных для исполнения УХЛ, категории размещения 1 по ГОСТ 15150.

СОВРЕМЕННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОДОРИЗАТОР МЕТАНОЛА

С.А.Ермаков, *начальник КБ ОГ и НО*

На базе достаточно широко известного одоризатора газа ОДДК Завод «Газпроммаш» выпускает модернизированные одоризаторы, предназначенные для дозированной подачи одоранта в сжиженные углеводородные газы, метанол и другие жидкие фракции с рабочим давлением до 1,2 МПа (12 кгс/см^2), с целью придания характерного запаха.

Одоризаторы жидких фракций изготавливаются по отдельным техническим требованиям или по самостоятельным техническим заданиям, поскольку технология ввода одоранта, учет сжиженного газа или метанола, конструктивное исполнение, уровень автоматизации и техническое оснащение одоризационных пунктов, как правило, суще-

Отгрузка одоризатора метанола ОДДК03-М05

ственно различаются в каждом конкретном случае. При этом для их изготовления используются отдельные типовые узлы одоризаторов газа ОДДК, отработанные технологические решения и отлаженные программные модули.

Примером такой одоризационной установки является одоризатор метанола ОДДК03-М05, отгруженный в текущем году на Камчатку.

Технические характеристики одоризатора метанола ОДДК03-М05

Рабочее давление, МПа (кгс/см^2)	1,2(12)
Расход одоранта, л/ч	от 0,3 до 60
Точность дозирования ввода	±2,5
Расход одоранта на м^3, л	от 0,7 до 1,5
Объем расходной емкости, л	150
Объем резервной емкости, м^3	1,5
Электропитание, В:	
– блок управления одоризатором,	=24
– освещение,	~220, 50 Гц
– насосы (дозирующие, заправочный), электропривод кранов, вентиляторы	трехфазное 380, 50 Гц
Потребляемая мощность, Вт, не более:	
– блоком управления одоризатора	45
– электрооборудование	2500
Габаритныеразмеры мм, не более	9100x2900x3100
Масса, кг, не более	10 000

Одоризационная установка размещена в едином блок-боксе состоящем из трех отсеков: технологического, хранения одоранта и помещения КИП и А (отделено от технологического газо-непроницаемой стенкой). Отсек хранения одоранта и технологический оснащены принудительной вентиляцией с 10-и кратным воздухообменом датчиками мониторинга по содержанию C_2H_5SH. Во всех помещениях одоризацион-

Сборка одоризатора метанола ОДДК03-М05

ной установки установлены системы освещения, датчики температуры, охранно-пожарная сигнализация.

В технологическом отсеке находится расходная емкость 150 л., дозирующие устройства (рабочее и резервное), узел учета одоранта.

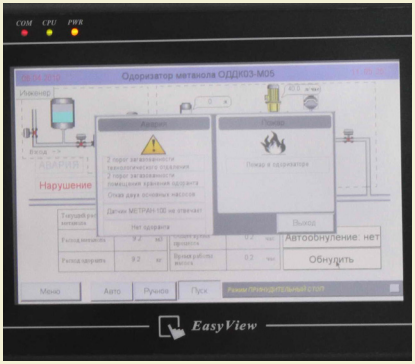
В отсеке хранения одоранта находится резервная емкость (1,5 м^3) и узел автоматической заправки расходной емкости.

В помещении КИПиА размещены блок управления одоризатором, шкаф управления насосами и кранами, источник резервного питания.

Технологический отсек

Отсек хранения одоранта

Помещение КИП и А



Сенсорная панель оператора

СОВЕТЫ МОЛОДЫМ

Б.К. Ковалев, *заместитель директора по НИОКР*

В советские времена во всех отраслях существовала своя школа подготовки руководителей разных уровней. Причем основные принципы подготовки резерва различных структур были примерно одинаковы. Карьерный рост предполагал непременное прохождение всех без исключения ступенек должностной иерархии, на каждой из которых специалист набирался опыта и знаний, пока не достигал примерного уровня своего руководителя. После этого он становился претендентом на руководящую должность данного уровня и ждал появления вакансии в штатах предприятия. Такой подход нередко тормозил карьеру особо одаренных молодых специалистов, но в целом задача подготовки кадров решалась достаточно эффективно. К руководству любого уровня допускались имеющие практический опыт, приобретенный на предыдущем уровне, грамотные специалисты с выработанным чувством ответственности за результаты своего труда и деятельность подчиненных.

К сожалению, годы перестройки и последовавший за ними период так называемой приватизации промышленных объектов до основания разрушили все достижения социалистической системы, без какого-либо анализа и разделения на «хорошее и плохое». В результате передела собственности, профессиональная подготовка специалистов и руководителей в промышленности стала вестись бессистемно. Теоретические знания, почерпнутые новыми собственниками в западных странах, да-

леко не всегда оказываются применимыми для специфических условий нашего государства, а практический обмен опытом и наставничество из-за жесткой конкуренции ушли в небытие.

Сегодняшним молодым талантливым специалистам, в сложившихся обстоятельствах перешагнувшим сразу несколько ступенек карьерной лестницы, зачастую не хватает самого элементарного опыта управленческой работы, умения ориентироваться в реальной (а не виртуальной) обстановке и отвечать за действия своих подчиненных. Задача руководителей старой школы – передать молодежи тот опыт, который востребован в любых условиях, независимо от формы собственности предприятия и существующей общественно-государственной политической системы.

Петр Капица говорил: *«руководить – это значит не мешать хорошим людям работать»*. Но, очевидно, для получения необходимого результата нужно сначала подобрать этих «хороших» людей, корректно поставить задачу и правильно распределить обязанности. Поскольку, как авторитетно заявил **Даррил Занук**: *«если два человека одной профессии всегда согласны друг с другом – один из них лишний; если два человека одной профессии никогда не согласны друг с другом – они оба лишние»*. К тому же хорошие специалисты крайне редко подбираются для выполнения только одного единственного задания. Поэтому в дальнейшем необходимо ставить перед сформированным коллективом новые задачи, решение которых, в свою очередь, должно способствовать карьерному росту сотрудников. Ведь, с точки зрения великого стратега Наполеона I-го, *«искусство управления состоит в том, чтобы не позволять людям состариться в своей должности»*.

Можно найти еще немало мудрых изречений и афоризмов, подтверждающих справедливость отдельных общечеловеческих принципов для любой эпохи. А это означает, что связующая нить поколений не прерывается ни при каких обстоятельствах. Для поступательного развития общества очень важно сохранять преемственность и в каждом отдельно взятом творческом коллективе.

Вестник Газпроммаша приглашает ветеранов разного профессионального уровня и различной специализации поделиться своим богатым опытом с молодыми сотрудниками, продолжив открытую в четвертом выпуске рубрику «Советы молодым».

В качестве «пробного шара», вниманию молодых руководителей

предлагаются отдельные наброски, сложившиеся из наблюдений и размышлений руководителя-практика среднего звена. Не все они являются бесспорными, но их осмысление вполне может поспособствовать в определенных ситуациях правильному выбору линии поведения начинающего руководителя и избежать некоторых распространенных ошибок.

- Специалист-профессионал лучше любого руководителя представляет кратчайший путь к решению возникшей проблемы, поэтому попытки руководителя в приказном порядке сделать этот путь еще короче нередко приводят к обратному результату.
- В стремлении ускорить отдельный процесс, руководители очень часто своими указаниями невольно тормозят другие, иногда не менее важные, процессы.
- Устные указания по одному и тому же вопросу, исходящие от разных руководителей, практически всегда, в той или иной степени, противоречат друг другу.
- Одно и то же задание, для ускорения результата одновременно порученное разным исполнителям, обычно в итоге выполняется медленнее и, зачастую, вносит негатив во взаимоотношения специалистов-исполнителей.
- Чем больше людей задействовано на решение конкретной задачи, тем медленнее она решается.
- Высокое положение предполагает высокую ответственность: если руководитель не может или не хочет принимать самостоятельные решения, его должность очень быстро превратится в передаточное звено, которое рано или поздно будет исключено из процесса.
- Совмещение двух и более обязанностей возможно только для конкретных, поддающихся планированию и учету объемов работ, при этом любые текущие перераспределения объемов по разным направлениям деятельности, неизбежно снижают качество и приводят к увеличению сроков выполнения *неприоритетных* работ.
- Все обязательные для исполнения требования руководители зачастую охотно распространяют на своих подчиненных, но сами не считают нужным выполнять (причем, чем выше должность, тем ниже самодисциплина).
- В надзорных органах и организациях достаточно часто встречаются амбициозные руководители, не сумевшие в полной мере самореализоваться на своей предыдущей работе по специальности – переубедить таких практически невозможно, проще выполнить их требования.

- Работа в коллективе может строиться или на взаимном доверии, или на недоверии – второй вариант предполагает усиление контроля и повышает ответственность, но неизбежно создает между сотрудниками натянутые отношения.
- Бумаги не ускоряют, а напротив – замедляют рабочие процессы: если в коллективе нет взаимопонимания, никакие бумажные потоки (распоряжения, инструкции, служебные записки и т.д.) не помогут выполнить работу быстрее, а вот излишние согласования этих бумаг почти наверняка затормозят ее исполнение.
- Когда число второстепенных бумаг растет, в их массе теряют значимость и более важные бумаги.

Продолжение следует.

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

ДИРЕКТОР	**КУЗЬМИН ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ**
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ПО НИОКР	**КОВАЛЁВ БОРИС КИРИЛЛОВИЧ**
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ПО ПРОЕКТНЫМ РАБОТАМ — ДИРЕКТОР ВНИПИ ГАЗПРОММАШ	**ШЕСТИПЕРСТОВ ЛЕОНИД ФЁДОРОВИЧ**
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР	**ЛАЗАРЕВ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ**
ЗАМ. ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ПО КОММЕРЦИИ	**АГАБАБЯН ВЛАДИМИР ЕНОКОВИЧ**
РУКОВОДИТЕЛЬ ДЕПАРТАМЕНТА ОБОРУДОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	**ВАСИЛЬЕВ АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**
РУКОВОДИТЕЛЬ ДЕПАРТАМЕНТА ГАЗИФИКАЦИИ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	**КУРНЕВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

АДРЕС	**РОССИЯ, 410031, САРАТОВ, МОСКОВСКАЯ, 44**
ДЕПАРТАМЕНТ ОБОРУДОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	**+7 (8452) 961-333** **+7 (8452) 961-336**
ДЕПАРТАМЕНТ ГАЗИФИКАЦИИ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	**+7 (8452) 985-666** **+7 (8452) 985-629**
ПРИЕМНАЯ	**+7 (8452) 961-337**
ЭЛЕКТРОННАЯ ПОЧТА	**GAZPROMMASH@MAIL.RU**
АДРЕС В ИНТЕРНЕТ	**WWW.GAZPROMMASH.RU**

ВЕСТНИК ГАЗПРОММАША
Статьи, доклады, сообщения

Ежегодное научно-техническое издание

Выпуск 4

Редактор *Б.К. Ковалёв*
Дизайн, верстка *А. Шумилов, Н. Морозов*

Подписано в печать 21.09.2010 г. Формат 60×84 1/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .
Тираж 500. Заказ .

Отпечатано в ООО «Моя Компания Поволжье»