

Таким образом, обеспечивается оптимальная компоновка составных частей комплекса.

Модуль прицеливания и стрельбы представляет собой оптико-электронный прибор, обеспечивающий наблюдение местности в дневное и ночное время суток с помощью телевизионного и тепловизионного каналов, а также измерение дальности до цели с помощью лазерного дальномера. Баллистический вычислитель обеспечивает расчет угла прицеливания в зависимости от дальности до цели, температуры окружающей среды и атмосферного давления с точностью до 2 угловых минут.

Пуск гранат осуществляется по сигналу импульса запуска через устройство поджига, подключаемого на штатные клеммы труб гранатометов.

Счетверенный гранатометный модуль с устройством прицеливания и стрельбы размещается на опорно-поворотной платформе. В состав платформы входит горизонтальный привод для наведения на цель по азимуту, и два вертикальных привода для наведения на цель по углу места и отработки баллистического угла трубами гранатометов.

Дистанционный пульт управления предназначен для управления работой опорно-поворотной платформы и модуля прицеливания и стрельбы по оптоволоконной линии передачи данных.

Управление горизонтальным и вертикальным приводами для наведения на цель осуществляется с помощью джойстика, отработка баллистического угла вторым вертикальным приводом осуществляется автоматически.

На экране дисплея пульта управления отображается видеоизображение местности, получаемой телевизионной или тепловизионной камерами, прицельная марка, а также служебная информация, предназначенная для работы с комплексом.

Оператор с помощью джойстика наводит прицельную марку на цель и измеряет дальность до цели, с помощью лазерного дальномера. Модуль прицеливания и стрельбы рассчитывает баллистический угол, а опорно-поворотная платформа отрабатывает данный угол при переводе комплекса в боевую готовность. По команде оператора осуществляется пуск выбранной для стрельбы гранаты.

Для повышения поражающего эффекта в комплексе реализована функция двойного пуска гранат. В данном режиме осуществляется последовательная стрельба двумя гранатами с задержкой в 200мс. Первый выстрел предназначен для преодоления мер защиты бронетанковой техники, а второй выстрел осуществляет поражение.

**Результаты.** Проведенные лабораторные и натурные испытания опытного образца комплекса показали, что угловая точность автоматического наведения составляет 20 угловых секунд, а скорость наведения комплекса на цель составляет порядка 10 градусов/секунду. Вероятность попадания в цель на расстоянии 400м составляет 0,7.

**Выводы.** Разработанный комплекс обеспечивает высокую эффективность использования гранатометов РПГ-32 без их дополнительной доработки. Наличие телевизионного и тепловизионного каналов наблюдения позволяют вести работу, как в дневное, так и в ночное время суток. Встроенный баллистический вычислитель и высокая точность отработки углов опорно-поворотной платформы обеспечивает прицельную стрельбу, а реализация функции стрельбы двумя гранатами подряд значительно повышает поражающий эффект. Использование выносного пульта управления обеспечивает снижение демаскирующих признаков и повышает безопасность при стрельбе.

УДК 681

## СПОСОБ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПОДМУФТОВОГО ПРОСТРАНСТВА КЛЕЕСВАРНЫХ МУФТ

Подолян А.А., Тымчик Г.С.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»  
Киев, Украина*

Большая часть магистральных газопроводов Украины эксплуатируется более 30 лет и нуждается в ремонте. При периодической диагностике состояния газопроводов выявляется 50—60 дефектов на 1 км длины, значительная часть которых являются недопустимыми [1].

Основным методом, не требующим остановки транспорта газа, является ремонт с помощью муфт с наполнением (клеесварных муфт), получивший широкое распространение при ремонте

линейной части ГТС Украины [2]. От правильности монтажа муфт зависят эффективность, безопасность эксплуатации, надежность и долговечность ремонтируемого магистрального трубопровода высокого давления. В связи с этим выполнение работ по монтажу клеесварных муфт на магистральном трубопроводе высокого давления требует проведения оперативного контроля параметров, определяющих эффективность усиления трубопровода.

Монтаж клеесварных муфт требует обеспечения полной герметичности подмуфтового пространства в течение всего времени формирования подмуфтового слоя. Известные способы контроля качества установки муфт не обеспечивают надежный контроль качества их установки. При заполнении подмуфтового пространства самотвердеющим веществом в условиях отсутствия его герметичности возникают сложности создания требуемого давления. Отсутствие требуемого давления в подмуфтовом пространстве делает всю ремонтную конструкцию нерабочей. Чаще всего, течи самотвердеющего вещества появляются при средних и высоких величинах давления запрессовки через щели, не выявляемые в процессе неразрушающего контроля, проводимого сразу после установки муфты.

На фотографиях (рисунок 1) показаны случаи течей самотвердеющей массы через трещины в сварных швах, не выявленные после их тщательного рентгенологического контроля.

Для устранения дефекта требуется проведение механических и огневых работ, что сопряжено, с учетом выхода самотвердеющей массы, с серьезными трудностями и не гарантируют формирование качественных сварных швов. Кроме того, перерывы в запрессовке самотвердеющей массы могут привести к неравномерности заполнения под-муфтового пространства или невозможности дальнейшего его заполнения.



Рисунок 1 – Течь самотвердеющего вещества по сварным швам муфты

Кроме того, существующие методы установки муфт допускают неравномерную адгезию самотвердеющего вещества к различным участкам внутренней поверхности муфты. Это вызвано их загрязнением в процессе установки элементов муфты на трубопровод. После установки муфты, подмуфтовое пространство не подвергается дополнительной обработке. При этом для клеевых муфт высокая адгезия самотвердеющего вещества к трубе и муфте, в отличие от муфт, привариваемых к телу трубы, имеет большое значение, так как за счёт неё происходит компенсация продольных напряжений.

Кроме того, в реальных условиях установки муфт обычно имеет место повышенный расход самотвердеющей массы из-за сложности в точном определении объема под-муфтового пространства при ремонте участков, пораженных глубокой коррозией или имеющих геометрические деформации (гофр, вмятины и др.).

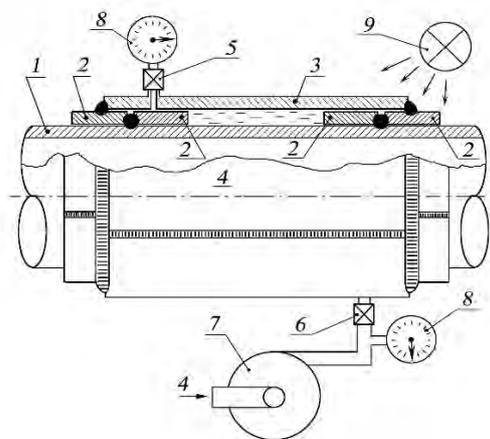
Наиболее простым, но эффективным методом контроля герметичности подмуфтового пространства являются его гидравлические испытания, совмещённые с обработкой сопряжённых поверхностей трубы и муфты.

Для реализации предлагаемого способа контроля герметичности подмуфтового пространства [3], после окончания полной сборки ремонтной конструкции, подмуфтовое пространство заполняют жидкостью, которая содержит адгезив. Давление жидкости повышают до расчетного давления, в общем случае, до давления, с которым в дальнейшем будет запрессовываться самотвердеющее вещество. После этого, в течение некоторого расчетного времени, по изменению показаний манометров, установленных на различных участках ремонтной конструкции, оценивают герметичность муфты. В случае если муфта оказывается не герметичной, дефектные места определяют по выходу жидкости на поверхность. Далее проводят ремонт муфты, после чего повторяют гидравлические испытания. После того, как гидравлические испытания показали герметичность ремонтной конструкции, жидкость сливают, точно оценивая объем подмуфтового пространства. Это позволяет оптимизировать расход самотвердеющей массы, приготовив её в требуемом объеме.

Для ускоренного слива жидкости, используемой для гидравлических испытаний, может быть применен сжатый воздух, который подают через штуцер, установленный в верхней части муфты, а жидкость сливают через штуцер, установленный в нижней части муфты. После слива жидкости, используемой для гидравлических испытаний, подмуфтовое пространство продувают разогретым воздухом. При этом с помощью газоанализатора контролируют выходящий поток воздуха. Продувку завершают после снижения в выходящем воздухе концентрации паров жидкости до определенного уровня. После продувки, подмуфтовое пространство под требуемым давлением заполняют самотвердеющим веществом.

Гидравлические испытания могут проводиться в несколько этапов. На первом этапе, подмуфтовое пространство промывают обезжиривающим составом (например, этилацетатом). На втором – составом, содержащим адгезив (например, десяти процентным водным раствором ортофосфорной кислоты). На последнем этапе подмуфтовое пространство заполняют составом, нейтрализующие остатки адгезива (например,

муфтовое пространство заполняют составом, нейтрализующие остатки адгезива (например, этилацетатом), с которым проводят гидравлические испытания.



1 – трубопровод, 2 – технологические кольца, 3 – муфта, 4 – жидкость с адгезивом, 5 – верхний кран, 6 – нижний кран, 7 – нагнетатель, 8 – манометры, 9 –УФ-излучатель

Рисунок 2 – Гидравлические испытания подмуфтового пространства

Для облегчения поиска дефектных мест, для гидравлических испытаний используют жидкость, обладающую специальными свойствами. Например, в жидкость может быть добавлен хладагент. В этом случае, утечки жидкости определяют путем измерения температурного градиента по внешней поверхности муфты. В жидкость для гидравлических испытаний может быть добавлен мелкофракционный краситель, например, флуоресцирующий. В этом случае, утечки определяют путем облучения внешних частей муфты ультрафиолетовым излучением. Утечки могут быть определены и химическим способом, с использованием естественных свойств жидкости, применяемой для гидравлических испытаний.

УДК 681.3

## ДИСКРЕТНЫЕ КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Пономарева О.В., Пономарев В.А.

Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашикова  
Ижевск, Российская Федерация

Одной из важнейших задач обеспечения повышения эффективности разработки, производства и эксплуатации современных изделий является получения точных и достоверных знаний о состоянии объектов, свойствах явлений и процессов методами и средствами измерений. На практике большинство различного рода физических величин, характеризующих состояние объ-

Для этого, на внешнюю сторону муфты наносят индикатор, изменяющий свои свойства (например, цвет) при взаимодействии с применяемой для гидравлических испытаний жидкостью.

Разработанный способ [3] поясняется рисунком 2.

Новизна предлагаемого способа контроля герметичности подмуфтового пространства, совмещённого с обработкой поверхности трубы и муфты, подтверждена патентом Украины на изобретение [3], выданным после проведения квалификационной экспертизы, включающей и экспертизу на мировую новизну.

Предложенный способ включён в качестве обязательного элемента общей технологии установки ремонтных муфт на газопроводах Украины [2].

1. Тымчик, Г.С. Система контроля качества монтажа клеесварной муфты на магистральном газопроводе высокого давления газопроводов / Г.С. Тымчик, А.А. Подолян // Научные вести национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» – Киев: Изд-во НТУУ «КПИ», 2012 – Вып.6. – С.138-144.
2. ГБН В.3.1-00013741-12:2011. Магистральные газопроводы, ремонт дуговой сваркой в условиях эксплуатации: - К.: Министерство энергетики и угольной промышленности Украины. – 2011. – 152 с.
3. Пат. на изобретение 82038 Украина, МПК (2006) F16L 55/00, G01M 3/00. Способ муфтового ремонта дефектного участка действующего трубопровода с контролем качества монтажа / Бут В.С., Мандра А.С., Подолян А.А. и др.; заявл. 27.11.2007; опубл. 25.02.2008, бюл. №4.

екта измерения<sup>3</sup> в той или иной предметной области, преобразуются в процессе измерений в электрические измерительные сигналы (ЭИС),

<sup>3</sup> **Объект измерения** – тело (физическая система, процесс, явление и т.д.), которое характеризуется одной или несколькими измеряемыми физическими величинами (РМГ 29 – 99).