

Внедрение современной документации в области строительства полиэтиленовых трубопроводов

Создание общих условий для осуществления интегрированной электронной обработки данных соединительных элементов, технологической информации и монтажных данных, а также обобщение накопленного практического опыта.

Роберт Экерт, дипломированный инженер, компания Friatec AG, г. Мангейм

1 Введение

Современная технология сварки пластиковых труб путем использования закладных электронагревательных элементов предполагает ввод в применяемый сварочный аппарат параметров режима сварки, которые считываются со штрих-кода, нанесённого на фитинге. Кроме того, при наличии на фитингах дополнительного штрих-кода, обеспечивающего обратное отслеживание современных сварочных автоматов в состоянии осуществлять считывание других технологических данных по каждому из конструктивных элементов. Затем эти данные могут архивироваться программами обслуживания баз данных, и подвергаться иным видам электронной обработки. Кроме того, возможно считывание других данных, характеризующих, в желаемом объёме, различные особенности каждого конкретного монтажного участка, например, номер заказа, место установки или длины свариваемых труб. Стремительный прогресс, наблюдаемый в настоящее время в области спутниковых систем определения местоположения, позволяет обоснованно предположить, что уже в самом ближайшем будущем полностью отпадёт необходимость в определении местоположений вручную. Собранные указанным выше способом данные могут использоваться в дальнейшем как для протоколирования информации о трубопроводе, например, в форме электронного журнала регистрации трубопроводных данных, так и для подтверждения коммунальному предприятию или иной заинтересованной организации факта правильного выполнения работ подрядчиком. Таким образом, данное вспомогательное информационное средство позволяет существенно упростить и ускорить процесс обработки и выполнения заказов. Соответствующие данные, поступающие в форме протокола, позволяют заказчику достоверно убедиться в том, что в ходе работ использовались только те материалы, которые были необходимы и предписаны. Кроме того, информация о расходе материальных средств может напрямую и оперативно направляться в службу материально-технического обеспечения. Предприятие E-ON-Avason AG, располагающееся в г. Брауншвейг, твёрдо намерено ввести у себя указанный выше порядок документирования с начала 2007 года. Первое практическое испытание уже успешно проведено и прошло без каких-либо осложнений.

2 Обычный журнал регистрации трубопроводных данных

В рабочем документе G472 Немецкого объединения специалистов газового и водопроводного хозяйства (DVGW) под названием "Сооружение газопроводов с рабочим давлением до 10 бар, выполненных из полиэтилена (PE 80, PE 100 и PE Ха)" указано, что "при сооружении трубопроводов с допустимым рабочим давлением ≤ 4 бара рекомендуется, чтобы каждое сварное соединение было запротоколировано. При допустимых рабочих давлениях свыше 4 бар каждое, соединение подлежит обязательному протоколированию. Для протоколируемых данных предполагается использовать журнал регистрации трубопроводных данных, образец которого также предложен в рабочем документе G472 (см. рисунок 1). С 01.01.2007 г. компания E-ON-Avason AG вводит метод электронного архивирования данных для трубопроводов, построенных с использованием технологии сварки деталями с закладными электронагревателями. Для технологии стыковой сварки с контактным нагревом внедрять автоматическое документирование пока не планируется, поскольку здесь ещё не удалось достичь единства взглядов на оптимальный стандарт данных, а также вследствие того, что в этом случае потребуются довольно значительные дополнительные затраты, в частности, на приобретение стыковых сварочных машин, способных самостоятельно осуществлять документирование производимых ими работ. Таким образом, по указанным выше причинам основная область первоначального применения рассматриваемой информационной технологии ограничивается (на данный момент) только сваркой соединительных элементов с закладным электронагревателем.

Rohrbuchführung
empfohlen für ≤ 4 bar,
vorgeschrieben für > 4 bar

Anhang A
Muster eines Rohrbuches für Gasleitungen aus Polyethylen für einen Betriebsdruck ≤ 4 bar

Genehmigungserklärung
Rohrbuch/Schweißprotokoll

Name: _____ Nr.: _____ Ort: _____
 Arbeitsauftrag Nr.: _____ Zustand: _____ Temperatur: _____
 PE-Schweißer: _____ Nummer Nr.: _____ Firma: _____
 Schweißgerät: _____ Nr.: _____ Währung: _____
 Datum: _____ von _____ bis _____

Material		Verbindungs- / Montagebedingungen											
Material Nr. / Name	Material Nr. / Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

(Ведение журнала регистрации трубопроводных данных: рекомендовано для ≤ 4 бар, обязательно для > 4 бар)

Рис. 1. Стандартный журнал регистрации трубопроводных данных – пример формы регистрации соответствующих данных, используемой, согласно предписанию DVGW, в журнале регистрации данных полиэтиленовых газопроводов.

3 Основные группы трубопроводных данных, подлежащих регистрации в электронном журнале

Принятый порядок документирования рассматриваемых данных основывается на целом ряде международных стандартов, и в частности:

ISO 12176-3 для данных оператора ("паспорт сварщика"), 30 позиций (разрядов);

ISO 12176-4 для данных обеспечения обратного отслеживания (таблица 1):

- фитинги: 26 позиций;
- трубы: 40 позиций;

ISO/TR 13950 для параметров режима сварки, 24 позиции.

3.1 Параметры режима сварки и контрольные данные: код обеспечения обратного отслеживания

Под кодом обратного отслеживания (Traceability-Coding) следует понимать дополнительное обозначение соединительных элементов, пригодное для автоматического считывания (например, выполненное в форме штрих-кода), в котором содержатся производственно-технологические данные, а также данные о партии / поставке и характеристиках материалов, которые затем могут быть использованы для обратного отслеживания (т.е. отслеживания и контроля компьютерными средствами) информации об уложенных в землю трубах, фитингах и элементах арматуры, а также о соединениях с домовыми вводами. Разумеется, такие штрих-коды наносятся непосредственно на соответствующий конструкционный элемент или крепятся к нему таким образом, чтобы исключить возможность их утраты.



Рис. 2. Штрих-код с параметрами режима сварки и данными обратного отслеживания.

Описание	Пример	Штрих-код: параметры режима сварки и данные, обратного отслеживания соединительных элементов
Имя / наименование поставщика	0 6 1 = FR (FRIATEC) 8	
Соедин. элемент, напр., муфта, седловая опора, отвод 45° и т.п.	0 3 = муфта	
Диаметр	0 5 = d50 (50 мм) 0	
Производственный номер (партия / поставка и т.п.)	1 2 0 = партия 120585 5 8 5	
Монтажная организация	0 1 = Фридрихсфельд	
Типовое сечение трубы (SDR ¹)	7 = SDR 11	
Обозначение сырьевого материала	0 1 0 = A01 1	
Статус материала изделия	0 = новый материал	
Код MRS ² материала изделия	3 = MRS 10, PE 100	
MFR материала	0 = < 10	
Контрольный шифр		



Партия / поставка

Контрольные данные, обратного отслеживания

¹ SDR = Standard Dimension Ratio = стандартное отношение размеров, т.е. отношение наружного диаметра к толщине стенок трубы.

² MRS = Marginal Rate of Substitution = предельная норма замещения.

³ MFR = Melt flow rate = показатель текучести расплава

Таблица 1. Расшифровка штрих-кода обеспечения обратного отслеживания для фитингов с закладными нагревательными элементами и фитингов типа спигот.

Данный тип документирования данных разработан специально для строительства полиэтиленовых трубопроводов. Документируемая таким образом информация определена международными стандартами (ISO), следование которым является обязательным. Данное обстоятельство должно обязательно учитываться в случае "расширения" данной системы для нужд конкретного предприятия, например, под элементы, выполненные из стали! В противном случае возможны ошибки и сбои в системе регистрации и обработки данных.

3.2 Сварочное оборудование

Действительно, современные сварочные аппараты (см. рис. 3) обеспечивают возможность полноценного документирования данных. При этом сварочный аппарат должен не только обеспечивать, свою основную функцию, состоящую в подаче необходимого в каждом конкретном случае количества энергии к месту сварки, но и возможность отработки ряда функций, присущих, скорее, компьютеру.



Рис. 3. Сварочный аппарат модели **FRIAMAT® prime** включает все функции, необходимые для современного документирования данных

Оснащение рассматриваемого оборудования интегрированной системой протоколирования требует наличия средств сохранения данных в памяти (ЗУ). Вывод данных осуществляется через карты памяти и устройства типа USB (флэш-карты). Электронное оборудование, установленное в сварочном аппарате, должно быть достаточно надёжным, неприхотливым и устойчивым к нагрузкам, кроме того, оно должно быть максимально простым в применении и обслуживании, что немаловажно, если иметь в виду те довольно неблагоприятные условия, с которыми зачастую приходится сталкиваться на строительных площадках. Выполнению последнего требования в значительной степени способствует наличие у рассматриваемого аппарата большого многофункционального дисплея, который не только обеспечивает наглядное отображение наиболее важных данных, но и позволяет, посредством меню, просто и легко осуществлять настройку аппарата, а также производить ввод необходимых команд. При столь впечатляющих эксплуатационных показателях и возможностях масса сварочного аппарата модели FRIAMAT® prime составляет всего 11 кг.

4 Краткий обзор управления действиями оператора со стороны программного обеспечения FRIAMAT®

(Функции, описываемые в таблице, могут быть подключены к основному протоколу данных сварки опционально)

- I. Штрих-код паспорта сварщика / оператора (рис. 4)
 - II. Номер комиссионного поручения, номер заказа: штрих-код (рис. 6)
 - III. Штрих-код режима сварки фитинга (рис. 2), номер сварного шва
 - V. Штрих-код обратного отслеживания фитинга (рис. 2, 7)
 - VI. Штрих-код обратного отслеживания элемента 1 (не обязателен*, данные трубы, см. рис. 8, 9)
 - VII. Длина трубы 1*
 - VIII. Штрих-код обратного отслеживания констр. элемента 2 (не обязателен*, данные трубы, см. рис. 8, 9)
 - IX. Длина трубы 2*
 - X. Местоположение / адрес / координаты в системе GIS / дополнительный текст (не обязательно)
- * Штрих-код обратного отслеживания конструктивных элементов 1 и 2 не вводится, например, в случае отсутствия штрих-кода трубы. Тогда на соответствующий запрос, выдаваемый сварочным аппаратом, просто вводится отрицательный ответ. Кроме того, после считывания так называемого "паспорта супервизора" ("Supervisor-Pass") и, как следствие, получения прав доступа соответствующего уровня, порядок запрашивания информации сварочным аппаратом можно изменять в соответствии с требованиями к содержанию протокола, существующим на конкретном предприятии. Можно, например, вовсе отменить протоколирование труб или длины труб. "Паспорт супервизора" получает, обычно, ответственный сотрудник соответствующего профиля, например, уполномоченный инженер, специализирующийся на сварке.

К пункту I.: код паспорта сварщика / оператора (паспорт сварщика)

Содержание и оформление паспорта сварщика определены стандартом ISO 12176-3

Лицо, непосредственно осуществляющее монтаж трубопровода (сварщик / монтажник), при включении сварочного аппарата должно обеспечить однократное считывание данных личного паспорта (паспорта сварщика). После этого документирование всех данных, зарегистрированных в течение рабочего дня, будет осуществляться с указанием идентификационного кода соответствующего лица. Если включенный сварочный аппарат на время оставляется без присмотра, то следует произвести повторное считывание штрих-кода паспорта (кода сварщика, при этом работа сварочного аппарата блокируется и он не может быть использован другими лицами. Для передачи сварочного аппарата другому лицу следует произвести считывание другого паспорта сварщика, и тогда все данные будут регистрироваться уже с новым идентификационным кодом исполнителя работ.



Рис. 4. Паспорт (штрих-код) сварщика (согласно стандарту ISO 12176-3).



Рис. 5. Считывание штрих-кода паспорта сварщика.

К пункту II.: код заказа / номер комиссионного поручения

В целях упрощения финансовой отчётности и присвоения осуществляемой деятельности конкретному объекту работ (например, подключению к газовой сети домов 1, 2, 3 и т.д. по ул. Мангеймер Штрассе) в данном пункте можно выполнить ввод номера комиссионного поручения, который заранее предоставляется плановым отделом и может включать в себя, максимум, 16 позиций. Ввод этого номера может быть произведён как буквенно-цифровым способом, так и посредством считывания распечатанного штрих-кода (при помощи FRIATRACE – см.далее). Если работы осуществляются на нескольких объектах с разными номерами комиссионных поручений, то эти номера могут быть сохранены в памяти сварочного аппарата, после чего их можно индивидуально присваивать соответствующим группам производимых работ.



Рис. 6. Номер комиссионного поручения / заказа в буквенно-цифровой форме и в форме штрих-кода.



Рис. 7. Считывание параметров режима сварки и данных обратного отслеживания.



Рис. 8. Пример штрих-кода с данными обратного отслеживания трубы.



Рис. 9. Уложенные кольцами в бухты пластиковые трубы с наклейками, содержащими штрих-код.

К пункту X.: ввод опциональных (не обязательных) данных и дополнительной информации
Здесь можно ввести, например, адрес строительной площадки / монтажного участка или данные определения местоположения (GPS), цифровой код (координаты) в программные системы пространственных данных (GIS), или данные об условиях, отличающихся от стандартных (ввод данных осуществляется вручную).

4.1 Ввод данных

Ввод всех данных, являющихся определёнными заранее, например, параметров режима сварки, контрольных данных обратного отслеживания, номера заказа и т.п., производится посредством считывания штрих-кода, которое осуществляется сварочным аппаратом. Запросы о вводе той или иной информации, содержащейся в нужном штрих-коде, своевременно отображаются на дисплее (см. рис. 11). Собственно считывание и передача данных осуществляются считывающего карандаша для считывания штрих-кодов. Ввод дополнительных данных, относящихся к строительной площадке или иным специфическим областям, например, длины труб, адрес / местоположение фитинга и т.п., может быть осуществлён указанными ниже способами.

- Напрямую, посредством клавиш, предусмотренных на сварочном аппарате типа FRIAMAT (см. рис. 10).
- Посредством беспроводного устройства дистанционного управления - пультом (предлагалось лишь до конца 2006 г.).
- **Новый вариант:** посредством дополнительного ввода данных с использованием штрих-кода.
- Программное обеспечение FRIATRACE позволяет создавать и распечатывать нужные новые штрих-коды, которые затем, на строительной площадке / монтажном участке, могут предоставляться исполнителем работ вместе с прочей документацией по запросу.
- Возможен ввод информации через штрих-код, который допускает наличие также и информации, выраженной в буквенно-цифровой форме.
- Для ввода информации могут быть использованы также три дополнительных поля ввода данных, предусмотренных в меню протокола.
- Координаты в системе GPS могут вводиться напрямую.

Стремительный прогресс, наблюдаемый ныне в области спутниковых систем определения местоположения (GPS, GALILEO, ГЛОНАСС), позволяет обоснованно предположить, что уже в самом ближайшем будущем полностью отпадёт необходимость в определении местоположений вручную. Использование современных радиотехнических средств уже сегодня позволяет осуществлять определение местоположения с точностью до сантиметров. Вследствие этого опция ввода данных местоположения вручную уже очень скоро может стать жизненно необходимой.



Рис. 10. Ввод данных посредством клавиш сварочного аппарата FRIAMAT.



Рис. 11. Отображаемый на дисплее запрос о вводе данных для их протоколирования.

4.2 Экспорт данных

На сварочном аппарате рассматриваемого типа предусмотрены порты, с помощью которых можно перенести данные, хранящиеся в памяти аппарата, на мобильные носители данных (см. рис. 12). В офисе эти данные можно снова переписать, теперь уже на компьютер (PC). Разумеется, возможна также и прямая передача данных со сварочного аппарата на обычный компьютер или на ноутбук. Необходимым условием такой передачи является наличие в принимающем данные компьютере установленного программного обеспечения FRIATRACE®.



Рис. 12. Данные могут быть сохранены в мобильные носители, такие, как переносные карты памяти типов Memory Box, Memory Card (интерфейс PCMCIA) или Memory Stick (интерфейс USB).

4.3 Управление данными: программное обеспечение FRIATRACE

Вследствие отсутствия в рассматриваемой области каких-либо определённых стандартов компоненты соответствующих аппаратных средств и программного обеспечения разрабатывались различными производителями оборудования независимо друг от друга. Это привело к тому, что форматы протоколов регистрации данных создавались под программное обеспечение, используемое каждым конкретным производителем, и не являются совместимыми друг с другом. Соответственно, в настоящее время невозможно просто, без дополнительной обработки, осуществлять систематизацию данных, содержащихся в протоколах разных фирм, в связи с некоторыми различиями в структуре и форматах данных.

Чтобы решить указанную выше проблему, компания E-ON-Avason AG вынуждена была заново разработать единый формат, обеспечивающий согласование и совместимость форматов, используемых такими производителями сварочного оборудования, как компании FRIATEC, Hürner, PF и GF. Указанные работы осуществлялись под общим руководством г-на Торстена Хайна, дипломированного инженера. В данном формате, получившем имя **"HMDE01_Final.csv"**, используются файлы с расширением *.csv, которые могут конвертироваться в файлы программного обеспечения Excel с расширением *.xls.

Сокращение, ставшее основой названия рассматриваемого формата, имеет следующее значение: **"Heizwendelschweiß Muffenverfahren, Deutschland, 01ste Version, Dateiausgabe im Excel-Format, *.csv (comma separated value)** [технология сварки посредством муфт с закладными нагревательными элементами, Германия, версия 01, информация в формате Excel, расширение *.csv (значение, разделённое запятой)].

Протокол сварки должен считываться таким образом, чтобы исключить постороннее вмешательство или манипулирование данными, и поступать, как документ, в предусмотренную конкретным производителем оборудования базу данных, например, FRIATRACE, где он и хранится в качестве основного, исходного документа. Преобразование в файл с расширением *.csv или *.xls позволяет осуществлять компьютерную обработку протокола, а также отправлять сварочную документацию заказчику по e-mail. Использование протокола сварки в качестве документа, подтверждающего факт правильного выполнения работ, способствует упрощению и ускорению процесса обработки и выполнения заказов.

Программа обслуживания базы данных FRIATRACE (см. рис. 13) обеспечивает пользователю возможность простого и быстрого осуществления доступа ко всем данным сварочного процесса, хранящимся в памяти. Кроме того, эта программа предоставляет в распоряжение пользователя целый ряд иных функций, являющихся типичными для программ рассматриваемого типа, таких, как, например, осуществляемая индивидуальная обработка, сортировка, поиск и форматирование данных (см. рис. 14). Информацию, содержащуюся в документации рассматриваемого типа, невозможно редактировать, благодаря чему исключается любая возможность манипулирования данными.

Правда, в данные информационного характера, например, номера сварочных швов или адреса строительных площадок / монтажных участков, при необходимости всё же можно вводить изменения, однако только с использованием компьютера. Данная опция является необходимой и важной, поскольку позволяет дополнять журнал регистрации трубопроводных данных сведениями о выполненных впоследствии подключениях и врезках.

В базе данных FRIATRACE могут размещаться на хранение все протоколы типа FRIAMAT®, поступающие с различных сварочных аппаратов.

Zeit	Herst	Typ	Durchmesser	Informationstext	Spannung	Temp	[T]	t	t end/s	Serien-Nr
14:02:00	FRIA	MON	32 mm	DRUFFELSWEG	14	22 C	23	0	0	FR0042287
13:50:00	FRIA	MON	32 mm	DRUFFELSWEG	14	22 C	23	0	0	FR0042287
	name	type	diameter	Infotext		0 e	0	0	0	FR0042287
13:48:00	FR+W	SAD	1"1/4I	preheating	20	27 C	24	U	U	FR0048001
13:48:00	FR+W	BIF	19"1	preheating	20	27 C	24	0	0	FR0048001
13:45:00	FRIA	MON	32 mm	sandstr 45, 4,5 m, GS >100mbar	14	28 C	23	0	0	FR0048001

Index	gehört zu	Lfd. Nr.	Hersteller	Typ	Durchm	Länge	Chargenk	SDR	Mat	Status	MFI	MFR
37	21	1	FR	Socket	32 mm		61425801	11	E03	v	3	1
38	21	2	FR	Pipe_S	32 mm	+2.5m	98000001	9	F01	v	2	0
39	21	3	FR	Pipe_S	32 mm	+2.0m	98000001	9	F01	v	2	0

36 von 36 Datensätzen werden angezeigt

Рис. 13. База данных FRIATRACE открыта. Графа данных с шапкой, выделенной красным, означает сортировку. В нижнем окне отображаются хранящиеся в памяти данные обратного отслеживания и данные по длинам труб для строк, помеченных в верхнем окне, т.е. для определённых операций сварки.

Zeit	Herst	Typ	Durchmesser	Informationstext	Spannung	Temp	[T]	t	t end/s	Serien-Nr
16:21:00	FRIA	MON	32 mm							42287
16:16:00	FRIA	MON	32 mm							42287
10:36:00	FRIA	MON	50 mm							42287
10:31:00	FRIA	MUN	50 mm							42287
14:28:00	FRIA	MON	63 mm							42287
14:49:00	FRIA	MON	63 mm							48001

Verknüpfung	Feld	Operator	Wert
Index	Schweisser	=	DAICR-T510
Index	Index	>	100
t nom/s	t nom/s	<	100

Gespeicherte Filter: eckert2

12 von 36 Datensätzen werden angezeigt

Рис. 14. Функция фильтрации существенно упрощает поиск любой нужной информации, причём также при наличии нескольких переменных. Для поиска могут быть назначены различные критерии, например: «соединительный элемент», «сварочный аппарат №», «сроки очередной поверки (технического обслуживания) сварочных аппаратов», или конкретный исполнитель работ, т.е. «сварщик».

5 Выводы

Новая, современная техника позволяет осуществлять в значительной степени автоматизированное ведение документации по полиэтиленовым трубопроводам, выполняемое с использованием электронных средств. Порядок кодирования соответствующих данных регламентируется международными стандартами. Однако в случае произвольного присвоения кодов новым материалам или с целью отображения специфических требований, предъявляемых различными предприятиями, рассматриваемой области угрожает хаос.

Новый стандартизированный формат протоколирования, HMDE01_Final.csv, предоставляет возможность осуществлять, на уровне вышестоящей базы данных, целесообразное обобщение сварочных протоколов, поступающих от сварочных аппаратов разных производителей.

В будущем процесс документирования сварочных работ должен существенно упроститься за счёт применения спутниковых систем определения местоположений, поскольку тогда отпадёт необходимость во вводе соответствующих данных вручную.

После принятия решения относительно внедрения новой технологии документирования сварочных данных заинтересованное коммунальное предприятие должно определить для себя и своих подрядчиков соответствующие задачи и цели, обеспечить наличие и возможность использования нужного оборудования, а также создать необходимую инфраструктуру (например, связь через Internet, базу данных, подходящие сварочные аппараты и принадлежности). Абсолютно необходимо также провести обучение и подготовку персонала.

Следует иметь в виду, что успешное внедрение рассматриваемой технологии возможно лишь при условии целеустремлённого и согласованного участия всех заинтересованных сторон.