

**А.Я. Яковлев**, ООО «Севергазпром», к.т.н.; **С.В. Романцев**, ООО «Севергазпром»;  
**В.М. Шарыгин**, ООО «ВНИИГАЗ – Севернипигаз», к.т.н.; **А.М. Шарыгин**, ООО «ВНИИГАЗ – Севернипигаз», д.т.н.; **С.В. Казанков**, ООО «РЭМНЕФТЕГАЗ»

## МЕТАЛЛО–СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЕ МУФТЫ ДЛЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ — ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

*Затраты на капитальный ремонт газопроводов в системе ОАО «Газпром» за последние 20 лет возросли в 6–7 раз, при этом заменено более 12,6 тыс. км труб. Для освоения возрастающих объемов капитального ремонта дефектных участков газопроводов требуется применение экономичных и нетрудоемких способов восстановления их прочности с целью дальнейшей безопасной эксплуатации в проектом режиме.*

Развитие ремонтных технологий привело к созданию конструкций муфт на основе стеклопластиков, исключая сварочные работы в процессе монтажа муфт. Конструкционная прочность такой муфты может превосходить прочность лучших трубных сталей. Кроме того, стеклопластик обладает рядом других важных свойств: меньшим удельным весом, чем у стали (в четыре раза), высокой стойкостью в условиях подземной прокладки. Эффективность муфты возрастает с увеличением усилий натяжения её на дефектном участке трубопровода. Оптимальное использование резервов прочности стеклопластикового полотна муфты при её монтаже на трубопроводе может быть достигнуто путем включения в силовую цепь муфты узла затяжки, выполненного из прочной стали.

Совместные исследования специалистов ООО «Севергазпром», ЗАО «Новые технологии», института «Севернипигаз» привели к созданию ряда эффективных ремонтных стеклопластиковых муфт типа РСМ, объединяющих достоинства существующих муфт. Новые муфты отличаются повышенной прочностью и сравнительно небольшой

массой, что имеет немаловажное значение при монтаже муфт в трассовых условиях, так как позволяет обходиться без тяжёлых подъемных механизмов. К настоящему времени разработаны муфты для труб диаметром 530, 720, 1020, 1220, 1420 мм.

Созданные образцы РСМ объединяют следующие сходные элементы: сило-

вая схема создания усилий натяга на дефектном участке трубопровода, наличие в конструкции стеклопластикового полотна и узла затяжки, выполненного из стальных деталей, а также принцип взаимодействия узла затяжки с концевыми участками полотна, исключающий проявление изгибающих моментов во всех деталях муфты.

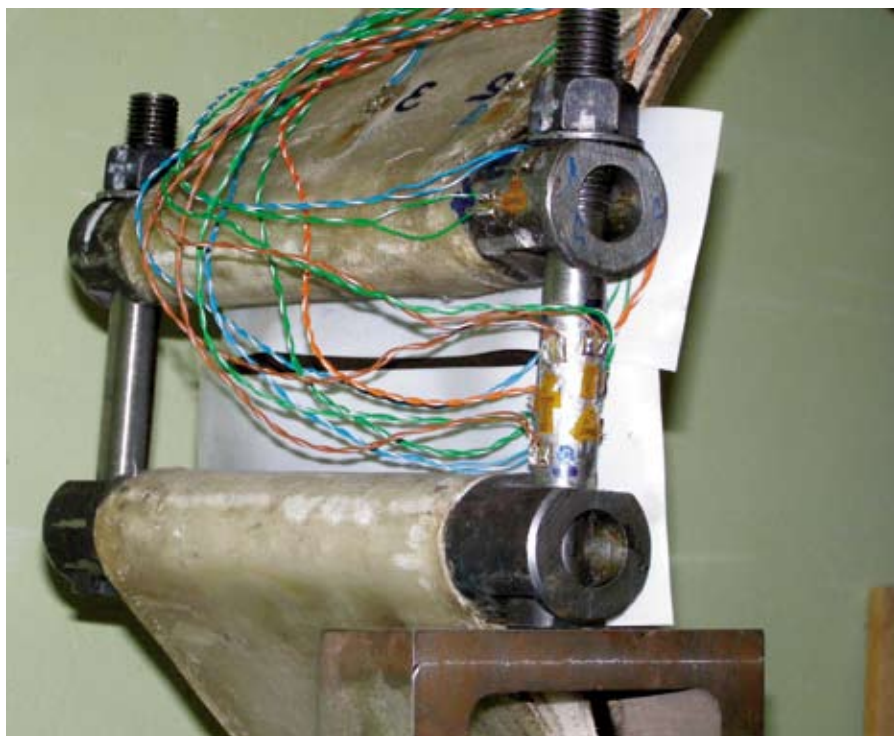


Рисунок 1. Общий вид узла затяжки муфты РСМ-530

Различие образцов РСМ заключается в технологии изготовления полотна муфты и в конструктивном исполнении узла затяжки. Эти различия отвечают задачам, которые выполняют муфты и определяются диаметром труб.

Для муфт, устанавливаемых на трубы диаметром  $D_n < 720$  мм, технология изготовления полотна основана на пропитке тканевой основы из стекломатериалов эпоксидным связующим. Прочность полотна достигает 200 МПа, что вполне достаточно для усиления дефектных участков и обеспечения герметичности сквозных дефектов на газоконденсатопроводах. На трубах диаметром  $D_n < 720$  мм используются одноразъемные муфты с одним узлом затяжки (рис. 1).

Муфты, устанавливаемые на трубы диаметром  $D_n > 720$  мм, изготавливаются по специальной технологии. Полотно муфты образуется путем однонаправленной намотки стеклошнура на шаблон в растянутом состоянии с последующей пропиткой эпоксидным связующим. Прочность полотна превышает при разрыве 800 МПа. Конструкция муфты содержит два разъема и соответственно два узла затяжки. В каждом узле имеется несколько болтов (3÷

4 ед.), снабженных правой и левой резьбой (рис. 3). Технология и конструкция двухразъемных муфт защищены двумя патентами на изобретения, описаны в стандарте предприятия ООО «Севергазпром». Кроме того, разработаны технические условия по РСМ для диаметров труб 530–1420 мм.

Наиболее широко проведены исследования РСМ, установленных на трубопровод диаметром 1220 мм (РСМ – 1220). В течение 2003–2005 гг. выполнены заводские, полигонные, а также натурные испытания, которые подтвердили большие потенциальные возможности РСМ для ремонта дефектных участков газопроводов (рис. 4, 5). Высокая прочность полотна муфты позволила создать момент затяжки болтовых соединений на уровне 600 Нм и поднять прочность отремонтированного участка с трещиноподобным дефектом на 40% по предельному давлению и на 68–71% в режиме рабочего давления газа (5,4 МПа). Положительные результаты исследований и опытной апробации муфты РСМ–1220 инициировали развертывание работ по созданию муфт для трубопроводов диаметром 530, 1020, 720, 1420 мм.

На конденсатопроводах диаметром

530 мм одной из проблем является ремонт сквозных дефектов с минимальными затратами времени для устранения течи продукта. Для этой цели разработана муфта РСМ – 530, отличающаяся быстротой установки, которая обеспечивается за счет конструктивных особенностей узла затяжки — муфта имеет один разъем, стягиваемый всего двумя болтами (рис. 2).

Проведенные лабораторные исследования и полигонные испытания подтвердили эффективность этой муфты как герметизирующего устройства при давлениях продукта до 4,0 МПа. Выявленные конструктивные недостатки узла затяжки были усовершенствованы и испытаны в лабораторных условиях. В результате создания момента затяжки на уровне 270 Нм получено значение контактного давления, равного 2,5 МПа, что позволяет эффективно ремонтировать с помощью этой муфты опасные трещиноподобные дефекты. Наиболее целесообразна установка муфт в комплекте с заделкой дефектов быстротвердеющими компаундами. Конструкция узла затяжки РСМ – 530 защищена патентом на полезную модель.

Для расширения области применения двухразъемных муфт РСМ с одина-



Рисунок 2. Стеклопластиковая муфта РСМ-1220 в момент установки на трубу диаметром 1220 мм



Рисунок 3. Оснащение трубы и муфты РСМ-1220 средствами измерений — тензодатчиками



**Рисунок 4. Разрушенная труба на полигонных испытаниях муфты РСМ-1220**



**Рисунок 5. Испытания трубы диаметром 1420 мм с муфтами РСМ-1420**

правленной намоткой были организованы и проведены стендовые и полигонные испытания труб диаметром 1020 и 1420 мм, рассчитанные на рабочее давление 7,4 МПа. Результаты этих испытаний лягут в основу нового стандарта ОАО «Газпром» по стеклопластиковым муфтам с болтовой затяжкой, создание которого будет завершено в 2007 г. Для стендовых испытаний муфт РСМ – 1020 была подготовлена труба  $\varnothing 1020 \times 14$  мм длиной 6 м с искусственными дефектами, перекрытыми двумя муфтами, установленными на специальный упрочняющий компаунд. Испытания проводили в ЦАГИ (г. Жуковский).

Основное отличие этих испытаний от выполненных ранее – циклический режим изменения давления количеством 11,5 тысячи циклов в диапазоне 0÷7,4 МПа с целью определения ресурса дефектной трубы, усиленной муфтами РСМ. Конструкция выдержала назначенный режим переменной нагрузки, ресурс конструкции в 5–6 раз превысил расчетное количество циклов до разрушения трубы. Муфты обеспечили целостность трубной плети с глубокими дефектами и сохранили свои конструктивные параметры.

Параллельно на базе управления аварийно-восстановительных работ ООО «Севергазпром» в г. Ухте были проведены испытания трубной плети диа-

метром 1420×17 мм с двумя муфтами РСМ – 1420, установленными на искусственные дефекты одинаковой длины (205–215 мм), глубиной 9–12 мм, различной ширины – 3, 10, 20 мм (рис. 5). Каждая муфта перекрывала по три дефекта в верхней части трубы. Режимы нагрузки: ступенчатый подъем давления до 8,5 МПа, циклическое изменение давления в диапазоне 0÷7,4 МПа (200ц) и разрушающий подъем давления.

Параметры напряженно-деформированного состояния трубы с муфтами определяли на базе данных электрической тензометрии, выполненной специалистами инженерно-технического центра ООО «Севергазпром». Одним из важных показателей эффективности муфт является отношение предельного разрушающего давления в трубе с муфтами к расчетному давлению разрушения трубы без муфт.

В режиме эксплуатационного давления  $P=7,4$  МПа получен коэффициент снижения кольцевых напряжений в трубе, равный 1,71 по центру ширины муфты. Циклическое нагружение давлением привело к незначительному изменению контрольных значений деформаций трубы и стеклопластика. Сопоставление данных по первому и 201-му циклам показало, что значения деформаций металла трубы увеличились на 0,3 %, стеклопластика — на 3,7 %. Мо-

менты затяжки болтов снизились в среднем на 15,7 %, что вызвано скорее всего не остаточными деформациями конструкции, а перераспределением сил сцепления муфт с трубой при циклическом воздействии давления среды. В процессе разрушающего подъема давления до значения 134 кгс/см<sup>2</sup> произошел разрыв стенки трубы под муфтой по самому глубокому дефекту (12,2 мм), причем муфта обеспечила повышение прочности дефектного металла трубы на 43,7%.

Значительное упрочнение трубы получено за счет увеличения диаметра болтов от 24 мм до 27 мм и толщины полотна муфты от 7,2 мм до 12,0 (по сравнению с муфтой РСМ – 1220).

Таким образом, разработанные стеклопластиковые муфты с болтовой затяжкой обеспечивают достаточно высокий уровень защиты трещиноподобных дефектов в режимах эксплуатационной, предельной и циклической нагрузок, поэтому с вводом в действие стандарта ОАО «Газпром» найдут широкое применение для ремонта локальных дефектов газоконденсатопроводов диаметром 530–1420 мм.

## **ООО «РЭМНЕФТЕГАЗ»**

117419, г. Москва,  
2-й Рошинский пр., д. 8, стр. 4  
Тел.: (495) 424-63-06, 746-91-69  
Факс: (495) 424-63-04  
e-mail: remneftegaz@mtu-net.ru

# Современный подход к решению инженерных задач в Германии



www.kraas-lachmann.com

Режущие сплавы Tiger-tec® имеют блестящую репутацию во всем мире и во многих областях уже стали эталоном качества. Этот успех нас радует, но самое главное – это люди, стоящие за нашими высококачественными продуктами. Только благодаря их опыту, технической поддержке и увлеченности каждый проект по обработке металлов резанием завершается очередным успехом. Мы называем это: «Современный подход к решению инженерных задач в Германии».



Интернациональный коллектив фирмы Вальтер Групп

Офиал компании «Монтаверке Вальтер Верцгойг ГезмбХ» в России  
191124 Санкт-Петербург  
Синюпская набережная, д. 50 А  
Тел: +7 812 334 54 56  
Факс: +7 812 334 54 92  
Email: info.wru@walter-ag.com

