

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДМУФТОВОГО СЛОЯ РЕМОНТНЫХ МУФТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСИЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА

Тымчик Г.С., Подолян А.А.

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

При длительной эксплуатации трубопроводов может возникнуть необходимость восстановления несущей способности трубы, имеющей механико-коррозионные (в том числе и сквозные) повреждения, усиления дефектных кольцевых стыков, а также необходимость перевода участков действующих трубопроводов в более высокую категорию. Это достигается путём повышения прочности трубопроводов или их участков с помощью установки бандажей или ремонтных муфт [1].

В последние годы основная часть дефектных участков магистральных газопроводов Украины ремонтируется с помощью сварных муфт, собираемых на тонких подкладных кольцах, а для формирования подмуфтового слоя используется компаунд на полиуретановой основе, закачиваемый в подмуфтовое пространство под заданным давлением [2]. Расчёты показывают, что подобная конструкция муфты при правильно выбранных технологических параметрах формирования подмуфтового слоя, позволяет добиться максимальной эффективности усиления трубопровода, находящегося под давлением, однако данные по экспериментальному исследованию данного типа муфт в научной литературе отсутствуют.

Целью исследований являлось: экспериментальное подтверждение возможности повышения прочности участка действующего трубопровода путём установки ремонтных муфт с формируемым под давлением подмуфтовым слоем; экспериментальное получение количественных зависимостей параметров, определяющих эффективность усиления трубопровода от технологических параметров монтажа и эксплуатации муфтовой конструкции; экспериментальное определение оптимальных параметров формирования подмуфтового слоя.

Экспериментальные исследования проводились на стенде (рис. 1), представляющем собой резервуар, изготовленный из отрезка трубы 1 длиной 7000 мм с внутренним диаметром 700 мм, закрытый с двух сторон заглушками 2. На стенде установлена муфта при ремонте газопроводов Украины [2,3], представляющая собой оболочку 3, смонтированную на тонких подкладных кольцах, с торцевыми уплотнителями 5 по сторонам.

Исследуемая муфта имела два вида торцевых уплотнителей, соответствующих основным

типам используемых муфт – без сварки с телом трубы (правый по рисунку торцевой уплотнитель – муфта ТКП-20 [2,3]), и со сваркой с телом трубы (левый по рисунку торцевой уплотнитель – муфта ТКП-21 [2]). Конструкция торцевого уплотнителя муфты ТКП-20 предусматривает заполнение полости под бандажным кольцом герметиком, препятствующего разгерметизации подмуфтового пространства под действием давления закачки компаунда. Аналогичное бандажное кольцо в муфте ТКП-21 снижает нагрузку на кольцевой сварной шов.

Перед выполнением исследований проводился контроль герметичности подмуфтового пространства с использованием гидравлических испытаний, совмещённых с этапом химической обработки поверхностей трубы и муфты.

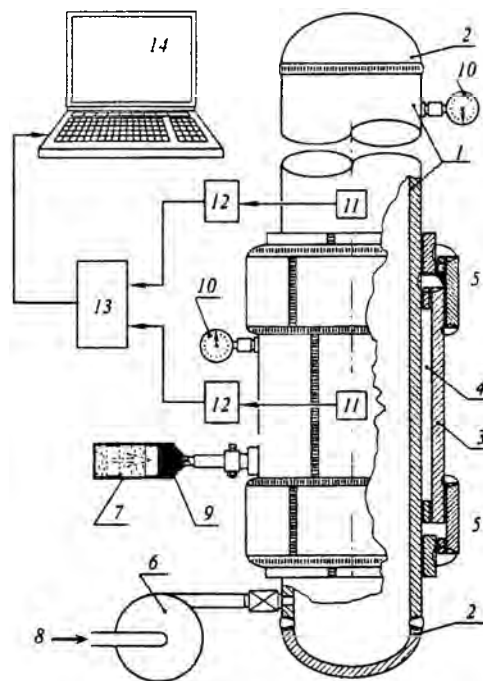


Рисунок 1 – Функциональная схема лабораторного стенда для проведения экспериментальных исследований

На трубе испытательного стенда 1 и муфте 3 устанавливались прошедшие поверку манометры GMM63-100 Hansa-Flex 10, позволяющие измерять давление в резервуаре и в подмуфтовом пространстве 4. На поверхности муфты 3 и трубы стенда 1 наклеивались прошедшие тари-

ровку тензорезисторы КФ5П1-20-400-А-12 (ТУ 3.06 7710-0001-93) 11, подключённые, через масштабирующие усилители 12 и коммутатор 13 тензометрической станции ТСВ-5В к компьютеру 14. Тензометрические измерения проводились с целью контроля изменения окружающих механических напряжений в стенках резервуара и муфты. Резервуар стенда заполнялся водой 8, при этом, с помощью насоса 6, в нём создавалось требуемое давление. Для проведения исследований, подмуфтовое пространство 4 с помощью насоса 7 заполнялось веществом 9, в качестве которого использовалось турбинное масло ТП-22с на этапе получения зависимостей, и, на завершающем этапе, самотвердеющий компаунд на полиуретановой основе.

Экспериментальные исследования заключались в регистрации изменения измеряемых информационных параметров при изменении давления в резервуаре стенда для различных сочетаний исходных значений давлений в подмуфтовом пространстве. После окончания процессов полимеризации самотвердеющего компаунда SZLAST, давление в подмуфтовом пространстве, оцениваемое по результатам тензомеров, снизилось на 0,27 МПа, что говорит о наличии незначительной усадки используемого компаунда. После окончания замеров, муфта с трубой была разрезана, а срез изучен. Воздушных пузырей и неоднородностей подмуфтового слоя, обнаружено не было.

Графики с результатами замеров приведены на рис. 2-3, где  $P_m$  - давление в подмуфтовом пространстве,  $P_p$  - давление в резервуаре стенда,  $P_y$  - давление в резервуаре при окончании монтажа муфты,  $P_{my}$  - давления в подмуфтовом пространстве после установки муфты.

Графики на рис. 3 иллюстрируют изменение распределения нагрузки между трубой и муфтой при изменении давления в резервуаре стенда  $P_p$  для различных сочетаний исходных значений  $P_{my}$  и  $P_y$ .

Экспериментально полученные количественные зависимости параметров, определяющих эффективность усиления трубопровода от технологических параметров монтажа и эксплуатации муфтовой конструкции хорошо согласуются с данными теоретических расчётов с погрешностью аппроксимации не превышающей 9%. Экспериментально определено значение оптимального давления формирования подмуфтового слоя, при котором имеет место равномерное распределения напряжений между трубой и муфтой, которое хорошо согласуется с теоретическими выводами работ [2 и 4].

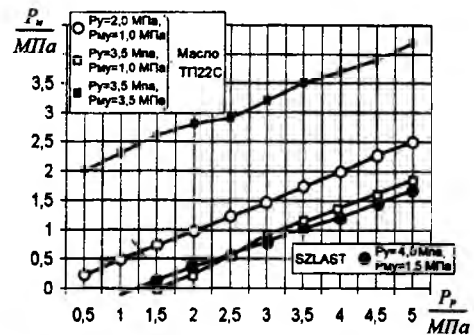


Рисунок 2 – Результаты измерений

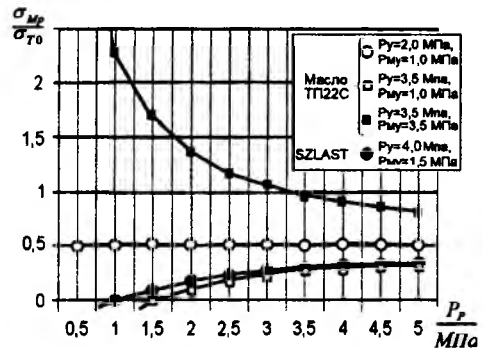


Рисунок 3 – Результаты измерений

1. Тымчик, Г.С. Система контроля качества монтажа клеесварной муфты на магистральном газопроводе высокого давления газопроводов / Г.С. Тымчик, А.А. Подолян // Наукові вісті національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – Київ: Вид-во НТУУ "КПІ", 2012, вип.6 – С.138-144.
2. ГБН В.3.1-00013741-12:2011. Магістральні газопроводи, ремонт дуговим зварюванням в умовах експлуатації: - К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2011. – 152 с.
3. Пат. на изобретение 2451233 Российская Федерация, МПК (2006) F16L 55/175 . Способ ремонта действующего трубопровода (варианты) /Бут В.С., Лохман И.В., Подолян А.А. и др. - №2008127695 ; заявл. 07.07.2008 ; опубл. 20.05.2012, бюл. №14.
4. Пат. на винахід 98440 Україна, МПК (2006) F16L 55/175. Спосіб ремонту діючого трубопроводу за допомогою муфт з внутрішнім заповненням / Ориняк І.В., Тимчик Г.С., Подолян О.О. та ін. - №201202474 ; заявл. 01.03.2012 ; опубл. 10.05.2012, бюл. №18.