

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ ПРИ СОДЕЙСТВИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
 ЖУРНАЛ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ УТВЕРЖДЕННЫХ ВАК РФ ИЗДАНИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИЙ ТРУДОВ СОИСКАТЕЛЕЙ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ

4 2013
 (153)

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация сборочного производства

Горелов А.С., Преис В.В., Саввина Е.А. Экономическая оценка планов статистического контроля качества и регулирования автоматизированной сборки многоэлементных изделий 3

Сборочное оборудование и его элементы

Гоцеридзе Р.М., Румянцев С.В. Устройство для статической балансировки изделий в жидкости 6

Житников Ю.З., Житников Б.Ю., Воркуев Д.С. Многошпиндельный тйквоверт повышенной точности на основе дифференциальных механизмов, механизмов свободного хода, муфт предельного момента с переключением вращений 8

Современные технологии сборки

Данилова Л.Н. Определение осевой силы сверления концевой частью самореза 12

Житников Б.Ю., Житников Ю.З. Применение промышленных роботов на основе средств пассивной адаптации для сборки деталей, сопрягаемых по цилиндрическому и резьбовым поверхностям 16

Божкова Л.В., Вартапов М.В., Мартынович Н.А. Математическая модель динамики сопряжения деталей с применением промышленного робота и вибрационного устройства 19

Сборочно-сварочные работы. Пайка

Иванов А.А. Промышленные роботы в сварочном производстве 22

Обеспечение качества. Испытания. Контроль

Горелова А.Ю., Кристалль М.Г., Карахтинцев Е.А., Ханов Г.В. Влияние режущих свойств инструментов с многослойным покрытием на качество сборки деталей насосов типа НКВ 26

Челпанов И.Б., Кочетков А.В. Метрологическое обеспечение испытаний промышленных роботов 29

Разборка. Ремонт

Тымчик Г.С., Пудрий А.А., Подолян С.В. Экспериментальные исследования эффективности усиления участка трубопровода высокого давления муфтой с внутренним наполнением 35

В помощь конструктору, технологу

Бугорков К.Н., Ковалёв В.Г. Расчёт площади пятна контакта провода и вывода при монтаже методом накрутки 40

Липка В.М., Рапацкий Ю.Л. Технологическое обеспечение надежности резьбовых соединений при автоматизированной сборке силовых агрегатов автомобилей 43

Председатель редакционного совета
 Ф.М. МИТЕНКОВ, академик РАН

Редакционный совет
МОСКВА
 А.С. ВАСИЛЬЕВ
 (главный редактор)
 А.А. ГУСЕВ
 М.В. ВАРТАПОВ
 А.М. ДАЛЬСКИЙ
 И.Н. ЗИНИНА
 Ю.П. ИВАНОВ
 Ю.Г. КОЗЫРЕВ
 А.И. КУМЕНКО
 А.В. МЕДАРЕ
 Е.А. МИКРИН
 В.В. ПОРОШИИ
 Е.В. ШАНДРОВ
 А.А. ШАТИЛОВ
 А.Г. ХОЛОДКОВА
 Г.А. ЯРКОВ

Региональные редсоветы

БЕЛГОРОД
 Н.А. ПЕЛИПЕНКО
БРЯНСК
 О.А. ГОРЛЕНКО
ВЛАДИВОСТОК
 Ю.Н. КУЛЬЧИН
 А.А. СУПОНЯ
 В.М. КОРНИЕНКО
ВОЛГОГРАД
 В.Г. КАРАБАНА
 М.Г. КРИСТАЛЬ
 В.И. ЛЫСАК
 В.М. ТРУКАНОВ
ИЖЕВСК
 И.В. АБРАМОВ
 Б.А. ЯКИМОВИЧ
 В.Г. ОСЕТРОВ
КАЗАНЬ
 Р.И. АДГАМОВ
КОВРОВ
 Ю.З. ЖИТНИКОВ
КРАСНОДАР
 Ю.Д. АМИРОВ
КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ
 Б.Н. МАРЬИН
 В.И. ШПОРТ
 А.М. ШПИЛЕВ
НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ
 С.В. ДМИТРИЕВ
 Р.М. ХИСАМУТДИНОВ
НИЖНИЙ НОВГОРОД
 С.В. ГОЛУБЕВ
ОМСК
 В.И. КОСТЮКОВ
ОРЕЛ
 К.С. СТЕПАНОВ
 Г.А. ХАРРАМОВ

ПРЕНЬБУРГ
 А.Н. ПОЛЯКОВ
 А.И. СЕРДИК
 А.П. СОТ
РЫБИНСК
 В.Ф. БЕЗЛЯЗЫЧНИЙ
 В.В. НЕПОМИЛУЕВ
 А.Н. СЕМЕНОВ
САМАРА
 М.А. ЕВЛОКИМОВ
 Ю.А. ВАШУКОВ
 Т.А. КУЛАКОВ
 В.А. НИКОЛАЕВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
 В.Ф. КУЗЬМИН
 Е.В. ШАЛОБАЕВ
ТВОРИТШИ
 А.И. РЫЖКОВ
ТУЛА
 В.В. ПРЕИС
ХАБАРОВСК
 В.А. ДАШКО

Украина
КИЕВ
 А.С. ЗЕНКИН
 В.А. МАТВИЕНКО
ДОНЕЦК
 А.Н. МИХАЙЛОВ
СЕВАСТОПОЛЬ
 Е.П. ПЕРВУХИНА
Беларусь
МИНСК
 В.П. БАСИНОК
 М.Л. ХЕЗЕЦ
ГВМЕЛЬ
 В.Е. СТАРЖИНСКИЙ
ИЗРАИЛЬ
 В.И. БЕДРИН
ПОЛЬША
 П. ПЕБКОВСКИ
 Е. ЛУНАРСКИ

Ответственные за подготовку и выпуск номера:
 Ю.А. ЧИЧОВ, И.М. ГЛИКМАН

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-1747 от 25 февраля 2000 г.

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы по каталогу "Роспечать" – 79748, Объединенному каталогу "Пресса России" – 84967, каталогу "Почта России" – 60257) или непосредственно в издательстве. Тел.: (499) 268-38-42; тел./факс: 268-85-26. Факс: (499) 269-48-97. E-mail: sborka@mashin.ru

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале "Сборка в машиностроении, приборостроении", допускаются только с разрешения редакции и со ссылкой на источник информации. За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

УДК 621.643.03:620.179.18

Г.С. Тымчик, д-р техн. наук, профессор, А.А. Пудрий, аспирант
(Национальный технический университет Украины, "Киевский политехнический институт");
С.В. Подолян, канд. техн. наук (ООО "НПИП КиАТОН", Киев, Украина)
E-mail: deanpb@kpi.ua

Экспериментальные исследования эффективности усиления участка трубопровода высокого давления муфтой с внутренним наполнением

Увеличение прочности дефектных труб с помощью муфты с наполнением является основным методом ремонта действующих магистральных газопроводов Украины. Наибольшее распространение получили специализированные муфты на тонких подкладных кольцах, данные по экспериментальному исследованию которых отсутствуют в научной литературе. Проведен анализ данных тензометрических и манометрических измерений, полученных при испытаниях муфты, установленной на испытательный стенд. Экспериментально подтверждена возможность повышения прочности участка действующего трубопровода путем установки ремонтных муфт предложенной конструкции. Показана хорошая сходимость экспериментально полученных данных с результатами теоретических расчетов. Определены оптимальные технологические параметры формирования подмуфтового слоя, практически отработана методика контроля качества монтажа муфты.

The increase in strength of defective pipes using couplings with the filling is the primary method of repair of existing gas pipelines in Ukraine. The most widely used specialized couplings on thin sealing washer, there are no data of the experimental researches in the literature. This article analyzes the data of the strain-gauge and manometric measurements obtained during coupling tests mounted on a test stand. The possibility of increasing the strength of the existing site by installing the pipe repair couplings of the proposed design experimentally had confirmed. A good agreement of the experimentally obtained data with the results of theoretical calculations had shown. The optimal process parameters for the under-coupling layer had defined, the method of the quality control mounting coupling almost had perfected.

Ключевые слова: трубопровод, газопровод, муфта, компаунд, прочность, давление, напряжения, манометр, тензометрия, измерения, контроль.

Keywords: pipeline, gas pipeline, coupling, compound, strength, pressure, voltage, manometer, strain measurement, measurement, control.

Введение

Газотранспортная система Украины находится на позднем этапе эксплуатации, характеризующимся снижением реальной прочности стенок участков трубопроводов ввиду появления коррозионных и усталостных

дефектов и связанным с этим ростом риска отказов и аварий. Использование традиционных методов ремонта, предусматривающих замену дефектных или подлежащих усилению участков (например, при необходимости перевода трубопровода в более высокую категорию) оказывается малоэффективным из-за вынужденного простоя трубопровода, неизбежными потерями определенных объемов газа и высокой стоимостью ремонтных работ.

Наиболее распространенным методом усиления участков трубопровода является установка на них бандажей, герметичных муфт и муфт с внутренним наполнением [1]. Бандажи, иногда называемые полноохватывающими муфтами, не имеют жесткого крепления к телу трубы и их используют, как правило, в качестве временной меры усиления стенки трубопровода при наличии продольно ориентированных дефектов. В отличие от них герметичные муфты имеют крепление с трубопроводом, чем обеспечивается снижение не только кольцевых, но и продольных напряжений. Однако метод усиления участков трубопроводов с помощью бандажей или герметичных муфт имеет существенные ограничения, связанные с необходимостью значительного снижения давления в трубопроводе во время проведения работ и сложностью плотного обжатия муфтой ремонтируемой трубы при использовании конструкций с большой толщиной стенки.

Наиболее эффективным методом усиления действующего трубопровода является использование муфт с внутренним наполнением. Известны муфты, для заполнения подмуфтового пространства которых применяется масло, и даже бетон, однако наибольшее распространение на практике получили муфты, для формирования подмуфтового слоя которых используется полимерное самотвердеющее вещество.

В последние годы основную часть дефектных участков магистральных газопроводов Украины ремонтируют с помощью сварных муфт, собираемых на тонких подкладочных кольцах, а для формирования подмуфтового слоя используют компаунд на полиуре-

тановой основе, закачиваемый в подмуфтовое пространство под заданным давлением [2].

Расчеты 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.

Целями исследований являются:

- экспериментальное подтверждение возможности повышения прочности участка действующего трубопровода путем установки ремонтных муфт с наполнением ранее предложенной конструкции;
- экспериментальное получение количественных зависимостей параметров, определяющих эффективность усиления трубопровода от технологических параметров монтажа и эксплуатации муфтовой конструкции;
- экспериментальное определение оптимальных параметров формирования подмуфтового слоя, отработка методики контроля качества монтажа муфты.

Сущность метода повышения прочности трубопровода муфтами с наполнением

Муфты с наполнением являются ремонтными конструкциями долгосрочной эксплуатации. В общем случае они имеют вид жесткой металлической оболочки 2 (рис. 1), герметично установленной с внешней стороны усищаемого участка трубопровода 1. Чаще всего жесткую оболочку составляют из двух полу муфт, которые сваривают между собой продольными швами, или скрепляют другими известными способами. С двух сторон оболочки устанавливают торцевые уплотнители 3, а пространство 4 между трубопроводом 1 и оболочкой 2 (подмуфтовое пространство) заполняют под давлением специальным веществом. В большинстве случаев используют клеюю самотвердеющую массу на эпоксидной или полиуретановой основе (компаундное заплнение) [3].

В трубе с рабочим давлением P_p , не усиленной муфтой, действуют механические кольцевые напряжения растяжения σ_{tr} . После установки муфты и создания в подмуфтовом пространстве, заполненном компаундом, некоторого давления, механические кольцевые напряжения растяжения в стенке трубы при рабочем давлении в трубопроводе P_p , изменятся до уровня σ_{tr} за счет перераспределения части нагрузки с трубы на стенку муфты. При этом в стенке муфты будут действовать механические кольцевые напряжения растяжения σ_{m} . Эффективность усиления трубы в этом случае принято оценивать степенью

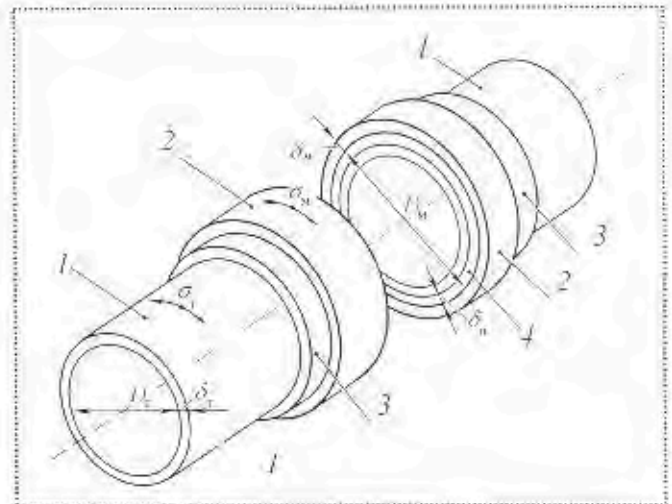


Рис. 1. Участок трубопровода, усиленный муфтой с наполнением

снижения механических кольцевых напряжений растяжения в стенке трубы $\frac{\sigma_{tr}}{\sigma_{m}}$.

Обычно работы по усилению трубы с помощью муфты с внутренним наполнением проводят на действующем трубопроводе, без вывода его из эксплуатации.

Внутреннее давление в трубопроводе на момент монтажа муфты P_m может быть равно рабочему P_p или отличаться от него. При этом, если компаунд закачивают в подмуфтовое пространство под давлением P_{m2} , то после окончания процессов твердения давление в подмуфтовом пространстве может измениться на величину ΔP из-за объемных изменений материала подмуфтового слоя в результате усадки (например, при использовании компаунда на эпоксидной основе) или расширения (например, при использовании бетона или некоторых видов компаундов на полиуретановой основе).

В дальнейшем, в случае изменения давления внутри трубопровода P_p давление в подмуфтовом пространстве P_m будет меняться в соответствии с выражением

$$P_m = \frac{P_p}{k} - \frac{P_p}{k} + P_{m2} - \Delta P, \quad (1)$$

где k – коэффициент, связывающий изменение давления в подмуфтовом пространстве с изменением давления внутри трубопровода (коэффициент связи), зависящий от геометрических параметров муфты и прочностных параметров материала подмуфтового слоя.

В работе [4] приведен вывод выражения для определения коэффициента связи k , которое может быть представлено в упрощенном виде:

$$k = 1 + \frac{4 \delta_r \delta_n \frac{E_n}{E_r}}{1 - \mu_n^2} + \frac{D_n^2 \delta_r}{D_r^2 \delta_n}, \quad (2)$$

где δ_r – толщина стенки трубы;

δ_n – толщина полмуфтового слоя;

$E_n \approx E_r$ – модули упругости материалов муфты и трубы;

E_n, μ_n – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала полмуфтового слоя;

D_r и D_n – внутренние диаметры трубопровода и муфты;

δ_n – толщина стенки бандажа.

Толщина полмуфтового слоя определяется установочной глубиной подмуфтового пространства δ_{ny} и давлением запрессовки самотвердеющего вещества в подмуфтовое пространство $P_{m,y}$:

$$\delta_n = \delta_{ny} + \frac{P_{m,y}}{4 E_r} \left(\frac{D_r^3}{\delta_r} - \frac{D_n^3}{\delta_n} \right), \quad (3)$$

Эффективность усиления трубопровода в этом случае можно определить по формуле

$$\frac{\sigma_{r,v}}{\sigma_{r0}} = 1 - \frac{1}{k} \frac{P_v - k(P_{m,y} - \Delta P)}{P_v}, \quad (4)$$

Из анализа выражения (4) следует, что при заполнении подмуфтового пространства компаундом, подаваемым под оптимальным давлением $P_{m,y,opt}$, будет иметь место равномерное распределение нагрузки между усиливаемой трубой и муфтой, не зависящее от давления в трубопроводе:

$$P_{m,y,opt} = \frac{P_v}{k} + \Delta P, \quad (5)$$

В этом случае труба, усиленная муфтой, без учета концевых эффектов будет работать аналогично цельной трубе с большей толщиной стенки.

Устройство и использование испытательного стенда

Экспериментальные исследования проводили на стенде (рис. 2), представляющем собой резервуар, изготовленный из отрезка трубы 4 длиной 7000 мм с внутренним диаметром 700 мм, закрытый с двух сторон заглушками 5. На стенде установлена муфта, массово используемая при ремонте газопроводов Украины [2, 5], представляющая собой оболочку 3, смонтированную на тонких подкладных кольцах с торцевыми уплотнителями 2 по сторонам.

Использование тонких подкладных колец с высотой, равной превышению продольного сварного шва трубы, позволяет минимизировать глубину подмуфтового пространства, что приводит, в соответствии с выражениями (3–5), к повышению эффективности усиления трубопровода.

Муфта имеет два вида торцевых уплотнителей, соответствующих основным типам используемых муфт – без сварки с телом трубы (правый по рис. 2 торцевой уплотнитель – муфта ТК11-20 [2]), и со

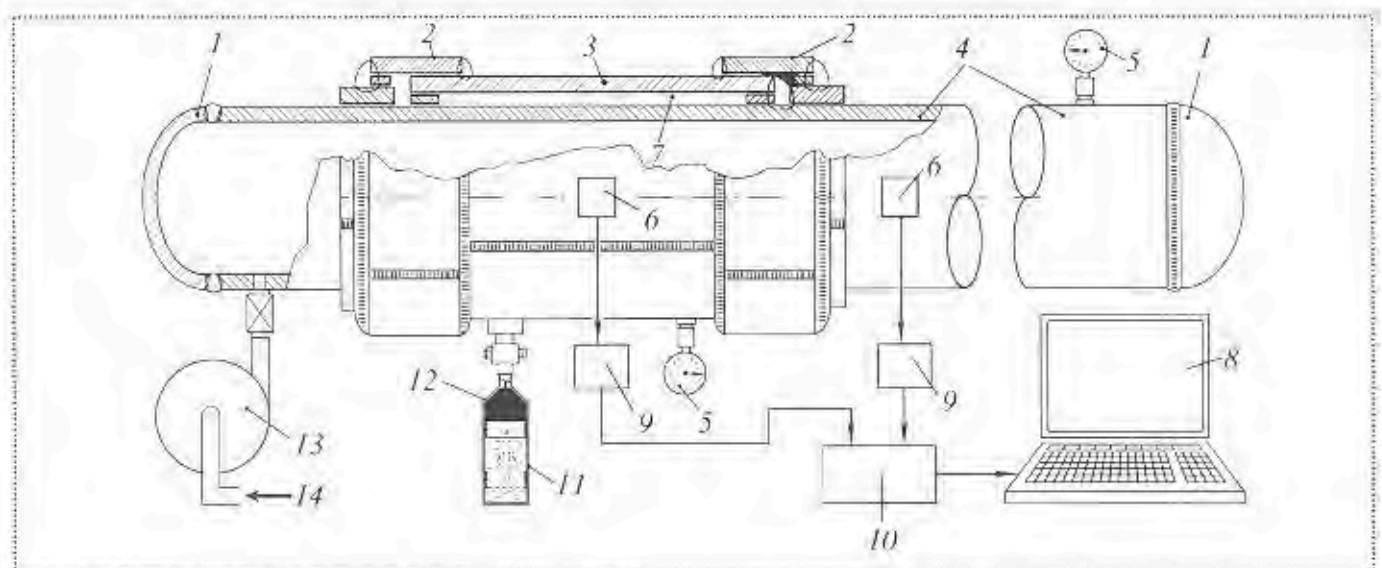


Рис. 2. Стенд для проведения экспериментальных исследований



сваркой с телом трубы (левый по рис. 2 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 был проведен контроль герметичности подмуфтового пространства с использованием гидравлических испытаний, совмещенных с этапом химической обработки поверхности трубы и муфты.

На трубе 4 испытательного стенда и муфте 3 устанавливали прошедшие поверку манометры GMM63-100 Hansa-Flex 5, позволяющие измерять давления P_B и P_Y в резервуаре, а также давления P_M и $P_{M,Y}$ в подмуфтовом пространстве 7. На поверхности муфты 3 и трубы 4 стенда наклеивали прошедшие тарировку тензорезисторы КФ5П1-20-400-А-12 (ТУ 3.06 7710-0001-93) 6, подключенные через машинирующие усилители 9 и коммутатор 10 тензометрической станции ТСВ-5В к компьютеру 8. Тензометрические измерения проводили с целью контроля изменения окружных механических напряжений в стенках резервуара σ_{10} и муфты $\sigma_{M,Y}$.

Резервуар стенда заполняли водой 14, при этом с помощью насоса 13 в нем создавалось требуемое давление. Для проведения исследований подмуфтовое пространство 7 с помощью насоса 11 заполняли веществом 12, в качестве которого использовали турбинное масло ТП-22с на этапе получения зависимостей и на завершающем этапе, самотвердеющий компаунд на полиуретановой основе SZLAST, широко используемый при выполнении ремонта на магистральных газопроводах Украины. На подготовительном этапе измеряли модуль упругости и коэффициент Пуассона используемого компаунда.

Экспериментальные исследования заключались в регистрации изменения измеряемых информационных параметров при изменении давления в резервуаре стенда P_B для различных сочетаний исходных значений P_Y и $P_{M,Y}$ при заполнении подмуфтового пространства турбинным маслом ТП-22с. На завершающем этапе в подмуфтовое пространство после соответствующей промывки и внутренней обработки и под заданным давлением был запрессован самотвердеющий компаунд SZLAST.

После окончания процессов полимеризации давление в подмуфтовом пространстве, оцениваемое по результатам показаний тензомеров, снизилось на величину $\Delta P = 0,27$ МПа, что говорит о наличии незначительной усадки используемого компаунда. После проведения тензометрических замеров на поверхности муфты с полностью сформированным подмуф-

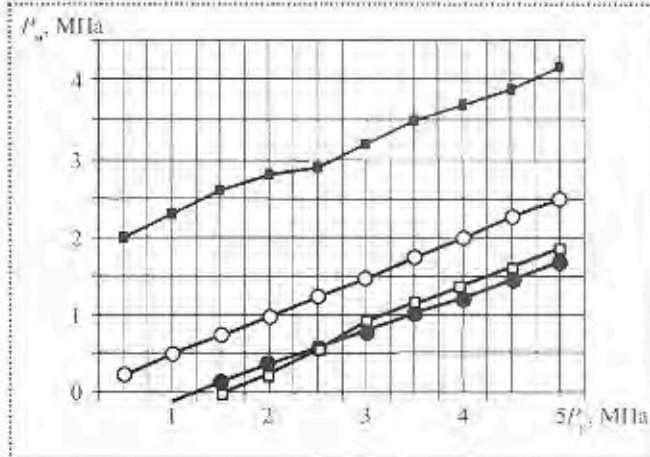


Рис. 3. Результаты измерений зависимости давления в подмуфтовом пространстве от давления в резервуаре стенда P_B при различных сочетаниях исходных значений P_Y и $P_{M,Y}$:

Масло ТП-22с:

○ — $P_Y = 2,0$ МПа; $P_{M,Y} = 1,0$ МПа;

□ — $P_Y = 3,5$ МПа; $P_{M,Y} = 1,0$ МПа;

■ — $P_Y = 3,5$ МПа; $P_{M,Y} = 3,5$ МПа

SZLAST:

● — $P_Y = 4,0$ МПа; $P_{M,Y} = 1,5$ МПа

товым слоем муфта с трубой была разрезана, а срез изучен. Воздушных пузырей и неоднородностей подмуфтового слоя, снижающих эффективность усиления трубы, обнаружено не было.

Графики с результатами замеров приведены на рис. 3 и 4.

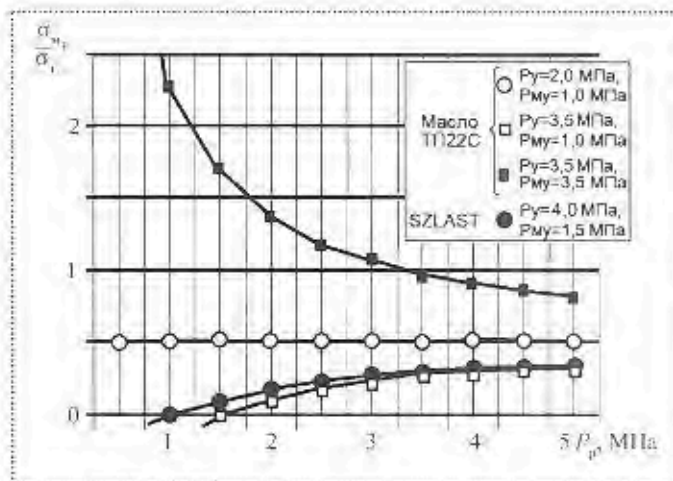


Рис. 4. Изменение распределения нагрузки между трубой и муфтой $\sigma_{M,Y} / \sigma_{10}$ при изменении давления в резервуаре стенда P_B при различных сочетаниях исходных значений P_Y и $P_{M,Y}$:

Масло ТП-22с:

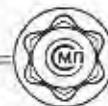
○ — $P_Y = 2,0$ МПа; $P_{M,Y} = 1,0$ МПа;

□ — $P_Y = 3,5$ МПа; $P_{M,Y} = 1,0$ МПа;

■ — $P_Y = 3,5$ МПа; $P_{M,Y} = 3,5$ МПа

SZLAST:

● — $P_Y = 4,0$ МПа; $P_{M,Y} = 1,5$ МПа



Обработка данных эксперимента показала их хорошую сходимость с результатами теоретических расчетов. Погрешность аппроксимации не превысила 9 %.

Выводы

1. В процессе эксперимента подтверждена возможность повышения прочности участка действующего трубопровода путем установки ремонтных муфт ранее разработанной конструкции.

2. Экспериментально полученные количественные зависимости параметров, определяющих эффективность усиления трубопровода от технологических параметров монтажа и эксплуатации муфтовой конструкции, хорошо согласуются с данными теоретических расчетов с погрешностью аппроксимации, не превышающей 9 %.

3. Экспериментально определено оптимальное давление запрессовки компаунда в подмуфтовое пространство, которое определяется геометрическими параметрами муфтовой конструкции, параметрами прочности материала подмуфтового слоя и его коэффициентом усадки во время полимеризации. Для трубопроводов большого диаметра с малой глубиной подмуфтового слоя и использованием компаунда с высоким модулем упругости и малой усадкой, оптимальное давление формирования подмуфтового слоя составляет половину давления в трубопроводе на момент окончания закачки.

4. Дальнейшие исследования предполагается проводить в направлении разработки методик контроля качества муфтового ремонта трубопроводов с использованием для заполнения подмуфтового пространства расплавленного металла.

Библиографический список

1. Якубовский Ю.Е., Малюшин Н.А., Якубовская С.В., Платонов А.П. Проблемы прочности трубопроводного транспорта. СПб.: Недра, 2003. 200 с.
2. ГБН В.3.1-00013741-12:2011. Магистральный газопровод, ремонт дуговым свариванием в условиях эксплуатации. К.: Министерство энергетики та вугільної промисловості України, 2011. 152 с.
3. Тымчик Г.С., Подольн А.А. Контроль качества работ при муфтовом ремонте магистральных трубопроводов // Вісник національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Сер. приладобудування. Київ: Вид-во ІТУУ "КПІ", 2010. Вип. 39. С. 64–70.
4. Патент України 98440, МПК (2006) F16L 55/175. Спосіб ремонту діючого трубопроводу за допомогою муфти з внутрішнім заповненням / І.В. Ориняк, О.П. Подольн, С.В. Пудрий, Г.С. Тимчик, О.О. Подольн, А.І. Ориняк; Заявл. 01.03.2012. Опубл. 10.05.2012. Бюл. № 18.
5. Патент України на винахід № 81895, МПК F16L 55/18. Спосіб ремонту трубопроводу в умовах експлуатації / В.С. Бут, І.В. Дохман, О.П. Подольн та ін.; Опубл. 11.02.2008. Бюл. № 2. 2008.

ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ В УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Е.И. Тавер

2012 г. Объем 368 с. Формат 60x88 1/16 ISBN 978-5-94275-866-6 Цена 600 р.



Качество товаров рассмотрено, с одной стороны, как важнейший результат производственной деятельности, а с другой — как особый объект управления. При этом состав, нормативные и физические значения показателей качества товара и факторов, от которых оно зависит, являются конечным объектом управления. Даны субъекты управления качеством, универсальные подходы к нему, измерения, оценки, подтверждение соответствия и контроль качества, правовые основы, стандарты и модели управления качеством. Исходя из этого, проведен анализ задач и методов управления качеством при маркетинге, проектировании, производстве и использовании товара, а также затрат на качество.

Допущено УМО по образованию в области прикладной математики и управления качеством в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 220601 — Управление качеством и направлению 221400 — Управление качеством.

Приобрести книгу в издательстве можно, прислав заявку:

по почте: 107076, г. Москва, Стромынский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru; Дополнительная информация по телефонам: (499) 269-52-98, 269-86-00 и на сайте WWW.MASHIN.RU

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ ПРИ СОДЕЙСТВИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
ЖУРНАЛ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ УТВЕРЖДЕННЫХ ВАК РФ ИЗДАНИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ ТРУДОВ СОИСКАТЕЛЕЙ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ

8 2013
(157)

СОДЕРЖАНИЕ

Технологичность конструкции

Ирзаев Г.Х. Оценка эксплуатационной и ремонтной технологичности электронных средств на этапе проектирования 3

Сборочное оборудование и его элементы

Иванов А.А. Применение промышленных роботов в заготовительном производстве 8

Микаева С.А., Микаева А.С., Железникова О.Е., Прытков С.В. Сборка устройства Imagin Sphere™ для измерения пространственных характеристик светодиодов и светодиодных источников света 13

Обеспечение качества. Испытания. Контроль

Шаломов В.И. Методика обработки экспериментальных данных и оценка погрешности результатов наблюдений при испытании модели шпиндельного узла с газостатическими опорами 18

В помощь конструктору, технологу

Грязев В.М., Ямников А.С. Решение размерных цепей с точностью, нормированной по пятку контакта поверхностей 22

Ионов А.О., Преис В.В. Оценка производительности роторного бункерного загрузочного устройства с вращающимися воронками на стадии проектирования 26

Ковалев В.Г. Бандажирование накруткой 32

Современные технологии сборки

Челпанов И.Б., Кочетков А.В., Янковский Л.В., Кивокурцев О.А. Метод повышения точности позиционирования и перемещения рабочих органов робота, основанный на введении поправки в устройство управления 36

Информация

Иванов А.Н. Высокие технологии XXI века – ВТ XXI–2013 42

Председатель
редакционного совета
Ф.М. МИТЕНКОВ, академик РАН

Редакционный совет

МОСКВА
А.С. ВАСИЛЬЕВ
главный редактор
А.А. ГУСЕВ
М.В. ВАРТАНОВ
А.М. ДАЛЬСКИЙ
И.Н. ЗИНИНА
Ю.Л. ИВАНОВ
Ю.Т. КОЗЫРЕВ
А.И. ЮМЕНКО
А.В. МЕДАРЕВ
Е.А. МИРНИН
В.В. ПЕРОЩИН
Б.В. ШАНДРОВ
А.А. ШАТИЛОВ
А.Г. КОЛОДКОВА
Г.А. ЯРКОВ

Региональные редсоветы

БЕЛГОРОД
И.А. ПЕЛИПЕНКО
БРЯНСК
О.А. ГОРЛЕНКО
ВЛАДИВОСТОК
Ю.Н. КУДРИЧИН
А.А. СУПОНЯ
В.М. КОРНИЧЕНКО
ВЛАДИГРАД
В.Г. КАРАБАНЬ
М.Г. КРИСТАЛЬ
В.И. ПЫСАХ
В.М. ТРУХАНОВ
ИЖЕВСК
И.В. АБРАМОВ
Б.А. НИКОЛАЕВИЧ
В.Г. ОСЕТРОВ
КАЗАНЬ
Р.И. АДГАМОВ
КОРОВО
Ю.З. ЖИТНИКОВ
КОЛОМНА
Ю.Д. АМИРОВ
КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ
Б.Н. МАРЫН
В.И. ШПОРТ
А.М. ШПИЛЕВ
НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ
С.В. ДМИТРИЕВ
Р.М. ХИСАМУТДИНОВ
НИЖНИЙ НОВГОРОД
С.В. ГОЛУБЕВ
ИВСК
В.Н. КОСТЯКОВ
ИРЕА
Ю.С. СТЕПАНОВ
Г.А. ХАРЛАМОВ

РЯЗАНЬ

В.Ф. БЕЗЪИЗЫЧНИКОВ
В.В. НЕПОМИЛУЕВ
А.Н. СЕМЕНОВ

САМАРА

М.А. ЕВДОКИМОВ
Ю.А. ВАШУКОВ
Г.А. ЗУЛАКОВ
В.А. НИКОЛАЕВ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

В.Ф. КУЗЬМИН
Е.В. ШАГОВАЕВ

ТОЛЬЯТТИ

А.И. РЫЖКОВ
ТУЛА

ХАБАРОВСК

В.В. ПРЕИС
В.А. ПАШКО

Украина

КИЕВ
А.С. ЗЕНКОВ
В.А. МАТВИШЕНКО
ДОНЕЦК
А.Н. МИХАЙЛОВ
СЕВАСТОПОЛЬ
Е.Л. ПЕРВУХИНА

Беларусь

МИНСК
В.П. БЛОСИНЯК
М.П. ХЕРМЕЦ
ГОМЕЛЬ
В.Е. СТАРЖИНСКИЙ
МЗРАДЬ
В.М. БЕДРЧУК
СЛАВЯН
Л. ПЕВКОВСКИЙ
Е. ПУНАРСКИЙ

Ответственные за подготовку
и выпуск номера:
Ю.А. ЧИЧОВ, И.М. ГЛИКМАН

Журнал зарегистрирован в Министерстве (РФ)
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовой коммуникации.
Свидетельство о регистрации ПИ
№ 77-1747 от 25 февраля 2000 г.

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы по каталогу "Роспечать" – 79748, Объединенному каталогу "Пресса России" – 84967, каталогу "Почта России" – 60257) или непосредственно в издательстве. Тел.: (499) 268-38-42; тел./факс: 268-85-26. Факс: (499) 269-48-97. E-mail: sborka@masin.ru

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале "Сборка в машиностроении, приборостроении", допускаются только с разрешения редакции и со ссылкой на источник информации. За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.



ма для того, чтобы можно было усреднять значения.

При установке режима использования светофильтров, можно определить, какие светофильтры необходимо задействовать для данного измерения, и какое при этом должно быть время экспозиции. Калибровку следует выполнять при необходимости. Производитель рекомендует интервал в один месяц.

Далее необходимо определить тип производимого измерения: распределение силы и излучения, силы света или распределение координат цветности и цветовой температуры.

Затем можно определить представление результатов испытаний. Кривая силы света может быть представлена в полярной или прямоугольной системах координат. Кроме того, есть возможность просмотра фотометрического тела светодиода. После окончательной настройки прибора производится измерение. Полученные результаты о светораспределении светодиода можно сохранять в форматы: IESNA:LM-63-1995, IESNA:LM-63-2002, IESNA:LM-74-05 в новой версии программного обеспечения.

Преимуществом использования Imagin Sphere™ при измерении пространственных характеристик излучения является то, что в данном устройстве отсутствуют недостатки, присущие гониофотометрам – наличие погрешности при определении угла поворота и длительность процесса измерения. Метрологические возможности оборудования позволяют выполнять измерения световых, энергетических, спектральных, колориметрических характеристик, как источников оптического излучения, так и световых приборов на их основе, в том числе светодиодных.

Библиографический список

1. Микаева С.А., Железникова О.Е., Свищкина Л.В. Оборудование для световых измерений // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2012. № 9. С. 7–10.
2. Микаева С.А., Железникова О.Е., Свищкина Л.В. Комплекс современного исследовательского оборудования для световых измерений // Вестник МГУПИ. 2013. № 44. С. 5–11.

ОТ РЕДАКЦИИ

В статье "Экспериментальные исследования эффективности усиления участка трубопровода высокого давления муфтой с внутренним наполнением" в № 4 за 2013 год была допущена опечатка в указании инициалов авторов и места их работы. Следует читать: **Г.С. Тымчик**, д-р техн. наук, профессор, **А.А. Подолян**, аспирант (Национальный технический университет Украины, "Киевский политехнический институт"), **С.В. Пудрий**, канд. техн. наук (ООО "НПИП КиАТОН", Киев, Украина)

Редакция приносит извинения Александру Александровичу и Сергею Владимировичу.