

Изобретение относится к области сооружения и ремонта полимерных газо-, водо-, и др. промышленных трубопроводов, в частности, к неразъемным муфто-клеевым соединениям труб, изготовленных из трудно-склеиваемых материалов, например, полиолефинов.

Изобретение также может найти применение в других отраслях промышленности, включая химию, машиностроение и др.

Известно применение многослойных муфт, изготавливаемых путем намотки с натяжением специальной двухслойной термоусаживающейся пленки, полученной соэкструзией композиций на основе полиэтилена высокого давления и сополимера этилена с винилацетатом в качестве адгезива [1]. Для повышения качества клеевого соединения указанную термоусаживающуюся пленку необходимо применять при таких условиях, когда максимальные напряжения усадки в пленке и расплавление адгезионного слоя находились бы в одном интервале температур.

Следует отметить, что изготовление подобной муфты на месте проведения ремонта в полевых условиях является достаточно трудной задачей, т.к. требуется точно выдерживать усилие натяжения термопластической пленки и контролировать температуру нагрева места соединения. Кроме того, для повышения эксплуатационной надежности трубопроводов, укладываемых в землю, желательно иметь повышенную прочность соединения труб на изгиб, т.е. прочность на разрыв в продольном направлении.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа соединения полимерных труб, прежде всего плохосклеиваемых полиолефиновых труб, в котором путем подбора материалов контактной пары муфта-труба обеспечивается повышенная адгезия соединяемых поверхностей, благодаря которой достигаются удобство при проведении ремонта и высокие прочностные характеристики соединения, в том числе и при растяжении в продольном направлении.

Поставленная задача решается тем, что предложен способ соединения полимерных труб, преимущественно изготовленных из полиолефинов, заключающийся в размещении термоусаживающейся муфты и адгезива на концы соединяемых труб, и нагреве соединения, отличающийся тем, что в качестве термоусаживающейся муфты используют муфту, выполненную из эпоксидной композиции с температурой стеклования $50-80^{\circ}\text{C}$ и предельной деформацией при растяжении в высокоэластичном состоянии $\varepsilon_{\text{вз}} = 65-80\%$, в стеклообразном состоянии $\varepsilon_{\text{с}} = 4-6\%$, в качестве адгезива используют эпоксидный клей с относительным удлинением при растяжении $80-120\%$, время жизнеспособности которого в диапазоне температур термоусадки муфты больше времени, необходимого для термоусадки муфты, а нагрев соединения сначала осуществляют до полной термоусадки муфты, после чего повышают температуру для полного отверждения эпоксидного клея.

В качестве эпоксидного клея используют эпоксидно-аминную композицию на основе эпоксидно-олигоэфирной смолы с молекулярной массой $900-1200$ со смесевым аминным отвердителем, время жизнеспособности которой при температуре 50°C составляет $60-80$ мин, а время отверждения при температуре 80°C составляет 30 мин.

Для муфты в качестве эпоксидной композиции используют эпоксидные композиции ангидридного отверждения, включающие жесткую и эластичную компоненты при их соотношении по массе в пределах $3:2-2:1$.

Способ также отличается тем, что предварительно осуществляют активацию поверхностей концов соединяемых труб известными способами, например, механической обработкой путем нанесения по окружности насечек глубиной $0,3-0,5$ мм с шагом $5-7$ мм и/или химической обработкой протравливанием составами с содержанием хромовых соединений.

Экспериментальным путем подобранные составы материалов, используемых в рассматриваемом соединении: эпоксидного клея и эпоксидного полимера, из которого изготовлена термоусаживающаяся муфта, обеспечивают реализацию соединения при первом нагреве до $50-60^{\circ}\text{C}$ в течение $20-30$ мин, и при втором повышении температуры до 80°C в течение $30-40$ мин.

Высокая степень адгезии указанных материалов друг к другу позволяет осуществить прочное соединение даже для плохосклеивающихся труб из полиолефинов. Применение цельной термоусаживающейся муфты способствует соблюдению хорошей соосности труб при термоусадке, а также созданию минимального и равномерного зазора по окружности между поверхностями труб и муфты за счет выдавливания лишнего клея из зазора.

Получение в месте контакта минимально тонкого слоя клея приводит к значительному повышению прочностных свойств соединения. Этому же дополнительно способствует и наличие валиков отвержденно-го клея по торцам муфты, а также повышение адгезионной способности контактных поверхностей концов труб за счет их активации известными методами.

Примеры осуществления способа.

В табл. 1 приведены состав и наиболее характерные свойства использованных эпоксидных композиций, полученных из них термоусаживающихся муфт, характеристики эпоксидного клея и результаты испытаний муфтоклевого соединения при растяжении. Последние проводились для газовых труб из полиэтилена низкой плотности (ТУ 6-19-352-87) с наружным диаметром 63 мм. В этом случае применялась муфта из композиции 1 с толщиной стенки 5 мм, длиной 65 мм. Для сравнения использовались обычные нетермоусаживающиеся муфты, изготовленные из той же эпоксидной композиции, с внутренним диаметром $63,4$ мм, толщиной стенки 5 мм и длиной 65 мм. Здесь $T_{\text{с}}$ - температура стеклования, $\sigma_{\text{р}}$ - напряжение разрушения, $\varepsilon_{\text{с}}$, $\varepsilon_{\text{вз}}$ - предельные степени деформации при растяжении соответственно в стеклообразном и высокоэластичном состоянии. Характеристика использованных веществ: УП-640 - ароматический сложный диглицидиловый эфир (выпускается по регламенту УкрГНИ-ИПМ, г. Донецк); УП-599 - олигоэфир из алифатической эпоксидной смолы и кислого олигоэфира (ТУ 6-05-1869-79); изо-МТГФА (ТУ 6-09-3321-73); эпоксидный клей - аналог компаунда УП-5-254 (ТУ 6-05-24-469-89).

Сравнение результатов испытаний соединений по вариантам 1 и 2, 4 и 5 показывает, что при введении промежуточного клеевого слоя из эластичного эпоксидного клея в комбинации с термоусаживающейся

муфтой из эпоксидного полимера существенно возрастает разрывное напряжение. Это свидетельствует о том, что эпоксидная термоусаживающаяся муфта создает между поверхностями контактной пары муфта-труба равномерный клеевой слой минимальной толщины, обладающий за счет высокой адгезии повышенной прочностью.

Прочность клеевого соединения зависит от качества подготовки поверхностей соединяемых концов труб, которая осуществлялась как в виде химической обработки путем обезжиривания и протравливания, так и путем нанесения механических насечек по окружности для создания дополнительной шероховатости.

При использовании термоусаживающейся муфты технические требования к разрывной прочности соединения могут быть обеспечены и при пониженных требованиях к качеству химической обработки поверхности концов полиэтиленовых труб. Этот факт особенно важен для случаев экстренного проведения ремонтных работ в полевых условиях.

Помимо испытаний соединений на разрыв, выполнялись гидравлические испытания. Максимальное внутреннее давление, выдерживаемое соединением, для вариантов 3 и 4 составило соответственно 1, 4 и 2, 5 МПа, что в несколько раз превышает рабочее давление в газовых трубах.

Таблица 1

	№ компози- ции	Состав	Тс, °С	εс	εвэ	Темпера- тура усад- ки муфты, °С	Время усадки, мин
				%			
Эпок- сид- ная ком- пози- ция	1.	Смоляная часть – УП-640+УП-599 (соотношение 3:2), отвердитель – изо-МТГФА, стехиометрия	50	5–6	75–80	50	20
	2.	Смоляная часть – УП-640 + Блок-олигомер из ЭД-20 и кислого олигоэфира (соотношение 3:2), отвердитель – изо-МТГФА, стехиометрия)	52	5–6	75–80	50	20

	№ компози-ции	Состав	T _с , °C	ε _с	ε _{в.э.}	Темпера-тура усад-ки муфты, °C	Время усадки, мин
				%			
	3.	Смоляная часть – УП-640+УП-599 (соотно-шение 2:1), отвердитель – изо-МТГФА, стехиомет-рия	80	4	65–70	70	20
Эпок-сид-ный клей	Состав				Удлине-ние при растяже-нии, %	Время жизне-способно-сти, °C/мин	Время от-вержде-ния, °C/час
	Композиция на основе эпоксидноолигоэфирной смолы с молекулярной массой 900–1200 со смеси-вым аминным отвердителем, стехиометрия (аналог компаунда УП-5-254)				80–120	20/90-120 50/60-80	20/24 80/0,5
	№ ва-рианта	Характеристика сборки					σ _p , МПа
Муф-то-кле-евое сое-ди-не-ние	1.	Термоусаживающаяся муфта без клея					0,15
	2.	Термоусаживающаяся муфта, обезжиривание, склеивание					1
	3.	Термоусаживающаяся муфта, насечки на концах труб по окруж-ности глубиной 0,3–0,5 мм с шагом 5–7 мм, обезжиривание, склеивание					1,7
	4.	Термоусаживающаяся муфта, насечки по п. 3, травление хромо-вой смесью, склеивание					> 1,7 (разруши-лась тру-ба в месте крепежа)
	5.	Неусаживающаяся муфта, насечки по п. 3, травление по п. 4, склеивание					1,4
	6.	Неусаживающаяся муфта, насечки по п. 3, обезжиривание, скле-ивание					0,8