
БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

**А.Ю. Андриюшкин, кандидат технических наук, доцент.
Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.**

**И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;
Е.Н. Кадочникова, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрено восстановление корпусных деталей нефтеперерабатывающего оборудования с помощью композиционных материалов, полученных из наполненных полимерных композиций. Проведен анализ составов наполненных полимерных композиций и их свойств. Представлены технологии восстановления корпусных деталей и трубопроводов.

Ключевые слова: ремонт, восстановление, композиция

WAY OF INCREASE IN SAFETY OF USE OF CASE DETAILS OF THE OIL PROCESSING EQUIPMENT

A.Yu. Andryushkin.
Baltic state technical university «VOENMEH» named in honor of D.F. Ustinov.
I.L. Skripnik; E.N. Kadochnikova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The recondition of body parts of oil-refining equipment by dint of composite materials made from filled polymer compounds, is considered in this article. The composition of filled polymer compounds and their properties are analyzed. Technologies of restoration of body parts and pipelines are presented.

Keywords: repair, restoration, composition

Обеспечение безопасности нефтеперерабатывающего оборудования в настоящее время является весьма актуальным. В процессе длительной эксплуатации нефтеперерабатывающего оборудования (трубопроводов, резервуаров, цистерн) в результате физико-химических воздействий нефтепродуктов, часто имеющих высокую температуру и перерабатываемых при высоком давлении, а также вследствие коррозии от воздействия внешней среды, снижаются физико-механические свойства металла, что приводит к образованию дефектов. Наиболее опасными являются дефекты, приводящие к зарождению и развитию трещин в корпусных деталях, так как при этом может произойти разгерметизация нефтеперерабатывающего оборудования, которая является причиной возгорания или взрыва углеводородных веществ. Поэтому проблема обеспечения надежности и остаточного ресурса

корпусных деталей нефтеперерабатывающего оборудования является в настоящее время очень актуальной, так как старение этого оборудования опережает темпы необходимого технического перевооружения [1].

В настоящее время большое внимание уделяется модернизации нефтеперерабатывающего оборудования при его ремонте и техническом сервисе. Модернизированное оборудование обходится значительно дешевле приобретения новой техники при достаточно высокой надежности. Модернизация бывшего в эксплуатации нефтеперерабатывающего оборудования позволяет получить существенный экономический эффект, а также увеличивает срок службы техники.

Повышение ресурса восстановленных корпусных деталей при их ремонте связано, прежде всего, с применением композиционных материалов (композитов), обеспечивающих повышение долговечности отдельных частей корпуса или всего корпуса в целом. Варьируя состав матрицы и наполнителя в композите, их соотношение получает широкий спектр материалов с требуемым набором свойств. Многие композиты превосходят металлические материалы по удельной прочности и жесткости, поэтому целесообразно их использование в ремонтных и восстановительных работах. Практически для любых восстановительных работ имеются композиты на основе полимерных материалов, которые ориентированы на конкретный вид восстановительных и ремонтных работ (устранение дефектов корпусных деталей, восстановление резьбовых, шпоночных, фланцевых и шлицевых соединений). Использование композитов позволяет заменить традиционные методы восстановления и ремонта: наплавку, сварку, пайку, клепку. Основными достоинствами технологии восстановления и ремонта корпусных деталей с помощью композитов является: проведение срочного ремонта в течении короткого времени; выполнение ремонта в полевых условиях без применения специальной оснастки и инструмента; возможность восстановления деталей практически из любых материалов (черные и цветные металлы, неметаллы).

При ремонте и восстановлении корпусных деталей композит, чаще всего, формируют из наполненных полимерных композиций (НПК). НПК представляют собой обладающие текучестью составы на основе модифицированных физико-химическим способом смол (чаще всего, используют эпоксидные смолы ЭД-20, ЭД-16, ЭД-10, ЭД-8), перемешиваемых с отвердителями и пластификаторами, наполненных различными металлическими и минеральными порошками.

Наполнители вводят в композиции для повышения вязкости, сближения коэффициентов термического линейного расширения композита и материала корпуса, улучшения теплопроводности, удешевления НПК. В качестве наполнителей используют железный и чугунный порошок, алюминиевую пудру, молотую слюду, кристаллический графит, тальк, сажу, цемент, асбест и другие материалы. Количество вводимого в композицию наполнителя зависит от его марки и вида и может колебаться от 20 до 200 % массы смолы (табл. 1).

Таблица 1. Рекомендуемое количество наполнителей (г на 1 г смолы) для приготовления наполненной эпоксидной композиции

Наполнитель	ЭД-16	ЭД-20
Железный порошок	2,00	1,60
Графит	0,80	0,40
Алюминиевая пудра	0,25	0,20
Бронзовая пудра	1,30	0,80
Кварцевая мука	2,30	1,50
Портландцемент	2,00	1,20
Измельченный асбест	1,00	0,85
Белая сажа	Не содержится	0,35
Фарфоровая мука	1,50	1,45

В качестве отвердителей применяют различные ди- и полиамины, производные аминов (ПЭПА – полиэтиленполиамин; АФ-2 – продукт на основе венола; этилендиамин и формалин). Для отверждения эпоксидных композиций применяются также низкомолекулярные полиамиды Л-18, Л-19, Л-20, ангидриды (малеиновый, фталевый), гексаметилендиамин. Отвердитель должен вводиться в НПК в строго определенном количестве, его избыток или недостаток ухудшает свойства композита.

Для понижения хрупкости композиции, повышения ударной вязкости и прочности на изгиб в смолу вводят пластификатор. В качестве пластификаторов применяют дибутилфталат ДБФ, полиэфирную смолу МГФ-9, полисульфидный каучук-тиокол НВТ-1, алифатические эпоксидные смолы ДЭГ-1, ТЭГ-1, ДЭГ-Ж. Промышленность выпускает пластифицированные эпоксидные смолы-компаунды К-115, К-153, К-168, К-201, К-293, Т-111, благодаря чему упрощается технология приготовления НПК.

Подбор компонентов для НПК и количественное соотношение этих компонентов зависят от характера дефекта (трещина, пробоина, износ поверхностей детали) и условий работы отремонтированной детали (табл. 2).

Таблица 2. Составы ремонтных НПК

№	Количество компонентов в массовых частях						Свойства композиции	
	ЭД-16	ЭД-20	К-115	ДБФ	ПЭПА	АФ-2		Наполнитель
1	100			15–20	10–11		–	Маловязкие
		100		10	12–13			
			120			30		
		100		10		25		
2	100			15–20	10–11		Металлический порошок -150	Хорошая теплопроводность, низкий коэффициент трения, высокий модуль упругости
		100		10	12–13			
			120			30		
3	100			15–20	10–11		Молотая слюда – 50; пудра – 5	Высоковязкие не стекающие с наклонных поверхностей
		100		10	12–13			
			120			30		
		100		10		30		
4	100			20	10–11		Железный порошок – 120–130; графит – 20	Хорошая теплопроводность, низкий коэффициент трения, высокий модуль упругости
		100		10	12–13			
			120			30		
5	100			20	10–11		Молотая слюда – 40–50	Высоковязкие, хорошие диэлектрические свойства
		100		10	12–13			
			120			30		
6	100			20	10–11		Молотая слюда – 30; графит – 20–30	Высоковязкие не стекающие с наклонных поверхностей; низкий коэффициент трения, высокий модуль упругости
		100		10	12–13			
			120			30		

Технологический процесс восстановления корпусных деталей с помощью НПК включает следующие операции: подготовку поверхности детали, перемешивание компонентов НПК, нанесение НПК на дефект, отверждение НПК и формирование композита, при необходимости механическую обработку композита, контроль качества ремонта [2–4].

Рассмотрим технологию восстановления стенки корпусной детали, имеющей дефект в виде трещины (рис. 1):

1. Подготовка трещины (рис. 1 а) включает: разделку трещины (рис. 1 б);
2. Сверление отверстий по всей ее длине (через 30 ... 40 мм) и на концах трещины. Нарезание в просверленных отверстиях резьбы.
3. Зачистка металла трещины для лучшей адгезии и обезжиривание легколетучими растворителями (бензин Б-70, «галоша», ацетон) прилегающей к трещине поверхности стенки корпуса (30 ... 40 мм).
4. Установка элементов жесткости – резьбовых элементов (штифтов, болтов, винтов, шпилек), смазанных НПК, в резьбовые отверстия (рис. 2 а).
5. Нанесение на трещину НПК.
6. Установка на трещину волокнистого армирующего элемента – пропитанной НПК стеклоткани, предохраняющей от растрескивания композит (рис. 1 в, г).
7. Отверждение НПК и формирование шва из композита.
8. При необходимости механическая обработка композита (рис. 2, б).
9. При больших нагрузках рекомендуют устанавливать элементы жесткости – скобы или стяжки, препятствующие раскрытию трещины (рис. 1 г).

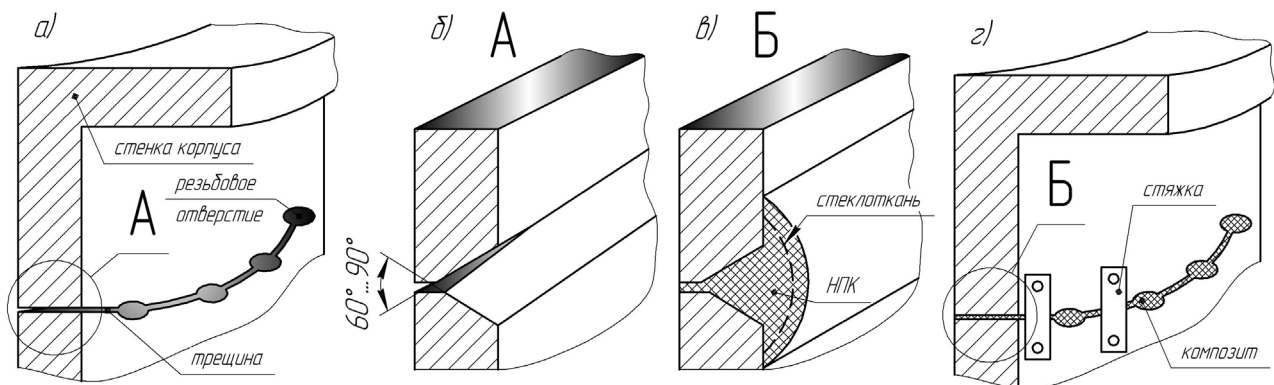


Рис. 1. Ремонт стенки корпусной детали: а – сверление по длине и на концах трещины отверстий, нарезание в них резьбы; б – трещина, подготовленная для нанесения НПК; в – заделка трещины, включающая вклеивание в отверстия с применением НПК армирующих резьбовых элементов (шпильки, болты, винты, штифты) и нанесение на трещину НПК, упрочненной стеклотканью; г – установка скоб или стяжек

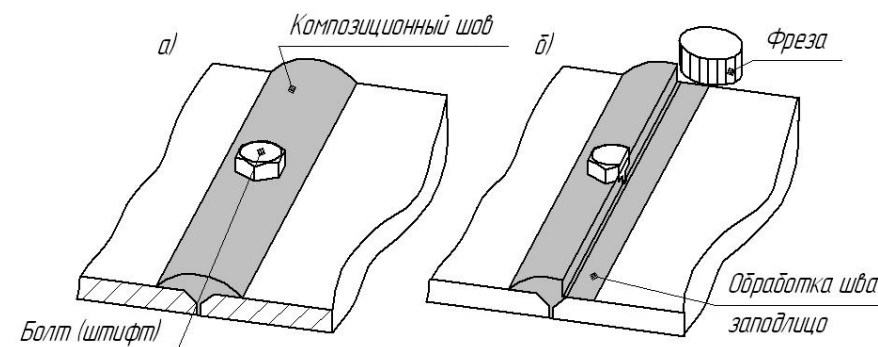


Рис. 2. Заделка трещины: а – разделка краев трещины; б – установка армирующих резьбовых элементов (штифтов, болтов) в подготовленные отверстия трещины

Рассмотрим технологию восстановления стенки трубопровода низкого давления, имеющей дефект в виде трещины (рис. 3):

1. Зачистка металла трещины для лучшей адгезии и обезжиривание легколетучими растворителями (бензин Б-70, «галоша», ацетон) прилегающей к трещине поверхности стенки трубопровода (рис. 3 а).

2. Нанесение слоя НПК на зачищенный металл трещины.

3. Установка волокнистого армирующего элемента – пропитанного НПК бандажа, представляющего собой несколько слоев стеклотканевой или хлопчатобумажной ленты (рис. 3 б).

4. Отверждение НПК и формирование армированного слоя композита.

5. Нанесение слоя НПК поверх бандажа (рис. 3 в) и его отверждение.

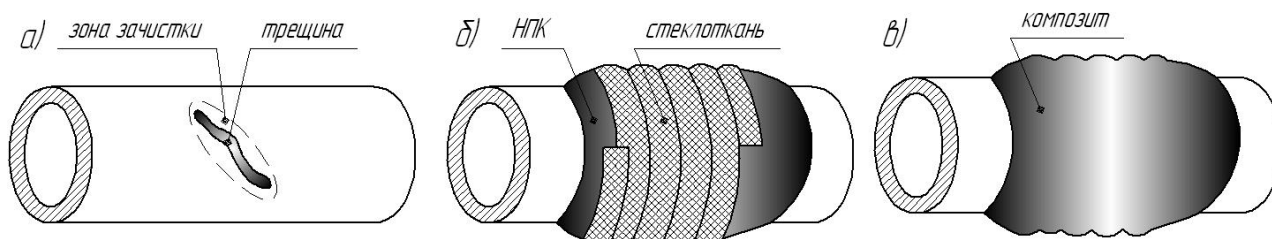


Рис. 3. Заделка трещины на трубопроводе низкого давления: а – зачистка трещины; б – установка пропитанного НПК бандажа; в – нанесение НПК поверх бандажа

Рассмотрим технологию восстановления стенки трубопровода высокого давления, имеющей дефект в виде пробоины (рис. 4):

1. Зачистка металла пробоины для лучшей адгезии и обезжиривание легколетучими растворителями (бензин Б-70, «галоша», ацетон) прилегающей к пробоине поверхности стенки трубопровода (рис. 4 а).

2. Нанесение слоя НПК на зачищенный металл пробоины.

3. Изготовление элемента жесткости – металлической накладкой толщиной 0,5 ... 0,8 мм из расчета, чтобы она перекрывала границы пробоины на 15 ... 20 мм со всех сторон.

4. Изготовление волокнистого армирующего элемента – прокладки из стеклоткани, размеры которой соответствуют размерам накладки.

5. Установка пропитанной НПК прокладки и покрытой НПК накладки на пробоину. Для усиления конструкции накладка устанавливается на клеенный с помощью НПК в стенку трубопровода крепеж (винты, болты, шпильки) (рис. 4 б) или прижимается с помощью хомута (рис. 4 в).

6. Отверждение НПК и формирование армированного слоя композита, усиленного элементами жесткости.

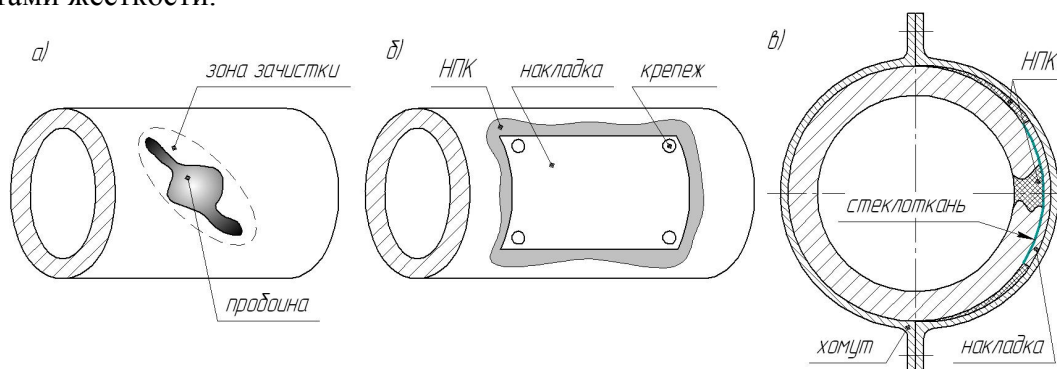


Рис. 4. Заделка трещины на трубопроводе высокого давления: а – зачистка трещины; б – установка пропитанной НПК тканевой прокладки и покрытой НПК накладки с помощью крепежа; в – усиление накладки хомутом

Таким образом, проведя анализ преимуществ и недостатков рассмотренных технологий можно сделать следующие выводы.

1. Варьирование свойств НПК в широком диапазоне обуславливает разнообразие технологических методов переработки и нанесения НПК, а также формирования из них композита с заранее заданными свойствами.

2. Прочностные свойства восстановленных с помощью НПК корпусных деталей могут быть существенно увеличены введением в структуру композита волокнистых армирующих элементов или элементов жесткости в конструкцию восстановленной детали.

Следовательно, восстановление с помощью НПК корпусных деталей нефтеперерабатывающего оборудования обеспечивает его высокую надежность и повышает остаточный ресурс при незначительных экономических затратах.

Литература

1. Демехин В.Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учеб. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2003. 656 с.

2. Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 376 с.

3. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. М.: Колос, 1981. 351 с.

4. Андриюшкин А.Ю., Галинская О.О. Оболочковые конструкции из композиционных материалов в народном хозяйстве // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2009»: материалы V Всерос. науч.-техн. конф. Казань: Казан. гос. техн. ун-т, 2009. Т. 2. С. 250–252.

References

1. Demekhin V.N. Zdaniya, sooruzheniya i ih ustojchivost' pri pozhare: ucheb. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2003. 656 s.

2. Chernoiivanov V.I., Golubev I.G. Vosstanovlenie detalej mashin (Sostoyanie i perspektivy). M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2010. 376 s.

3. Volovik E.L. Spravochnik po vosstanovleniyu detalej. M.: Kolos, 1981. 351 s.

4. Andryushkin A.Yu., Galinskaya O.O. Obolochkovye konstrukcii iz kompozicionnyh materialov v narodnom hozyajstve // Problemy i perspektivy razvitiya aviacii, nazemnogo transporta i ehnergetiki «ANTEH-2009»: materialy V Vseros. nauch.-tekhn. konf. Kazan': Kazan. gos. tekhn. un-t, 2009. T. 2. S. 250–252.