

УДК 669.640.191

Анализ причин разрушения материала труб полотенцесушителей

Студенты гр. 104513 Шахно А.А., гр. 104214 Генюш И.П., Гегеня Д.В.
Научные руководители – Стефанович В.А., Борисов В.Г.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью данной работы является установление причин точечного разрушения трубчатых элементов полотенцесушителей.

Трубчатые элементы полотенцесушителей выполнены из стальной трубы диаметром – 27мм, толщиной стенки 1,2 мм и покрыты эпоксидной эмалью.

Химический анализ исследуемой стали представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав исследуемой стали, %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	Cu
0,012	0,007	0,200	0,019	0,0032	0,035	0,022	0,045	0,020

Стали, из которых изготавливают трубы, представлены таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав стандартных сталей.

Марка стали	ГОСТ	Химический состав, %						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
Ст1кп	380-2005	0,06	<0,03	0,25...0,60	<0,040	<0,050	<0,035	<0,4
05кп	1050-88	<0,06	<0,03	<0,40	<0,030	<0,035	<0,100	<0,2
СК10 (С10Е)	DIN 1.1121	0,07...0,13	≤0,40	0,30...0,60	≤0,035	≤0,035	-	-

Исследуемая сталь является низкоуглеродистой. По содержанию серы и фосфора сталь можно отнести к высококачественной. По степени раскисления к кипящей. Содержание элементов раскислителей в исследуемой стали минимально, так содержание кремния 0,007%, марганца 0,2%, алюминия 0,045%. Исследуемая сталь раскислена только марганцем, содержание которого в 1,2...2,5 раза меньше, чем у кипящей стали (0,25...0,5% Mn). Слабое раскисление исследуемой стали обуславливает повышенное содержание кислорода, который находится в виде неметаллических включений.

Представленный для анализа трубчатый элемент имел коррозионное повреждение – сквозное отверстие в стенке трубы диаметром – 3мм на внешней поверхности. Внутренняя поверхность очага коррозионного поражения имела коническую грубую поверхность со следами продуктов коррозии.

Данное локальное коррозионное повреждение трубы представляет собой питтинг – точечную коррозию. Возникновение питтинга в малоуглеродистых сталях связывают с наличием повышенного количества неметаллических включений, выходящих на поверхность металла, соприкасающуюся с коррозионной средой.

Границы металла, соприкасающиеся с неметаллическими включениями являются анодами по отношению к включениям, что приводит к их быстрому разъеданию (рисунок 1, а).

По мере развития питтинга (рисунок 1, б) происходит выпадение неметаллического включения (рисунок 1, в) в электролит и дальнейшее развитие локальной коррозии происходит путем возникновения аэроционных пар – щелевая коррозия. В процессе роста питтингов их число практически не увеличивается. Это связывают с тем, что возникли питтинги, работающими анодами, они играют роль протекторов и тем самым резко уменьшают вероятность появления новых питтингов.

На представленном для анализа трубчатом элементе был проведен металлографический анализ, на наличие неметаллических включений (рисунок 2).

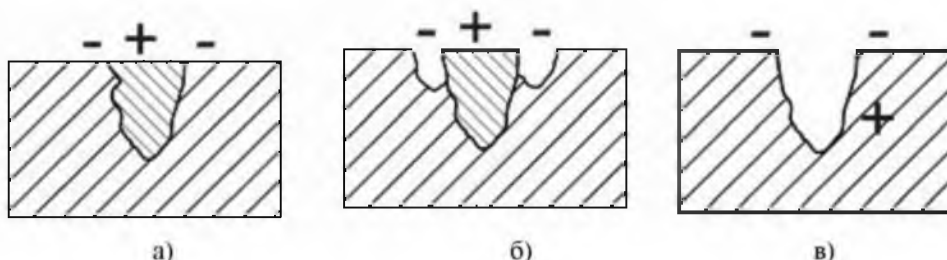


Рисунок 1 – Развитие коррозионного разрушения металла в зоне неметаллического включения: а – начало питтинга; б – развитие питтинга; в – выпадение неметаллического включения и переход питтинга в щелевую коррозию.

Проведенный анализ выявил в структуре стали наличие следующих неметаллических включений:

а) оксиды точечные, расположенные группами в виде строчек по направлению оси трубы (прокатки).

б) оксиды точечные, расположенные по всей плоскости шлифа;

в) пластинчатые силикаты вытянутые вдоль оси проката;

г) глобулярные или неправильной формы включения недеформируемых единичных или групповых силикатов.

Исследование на загрязненность неметаллическими включениями труб полотенцесушителя показало, что распределение неметаллических включений по длине и сечению трубы неравномерно: в отдельных местах загрязненность в 3...5 раз больше, чем других. Данные очаги повышенной загрязненности неметаллическими включениями, особенно крупными (рисунок 2), являются местами локального коррозионного разрушения трубы.

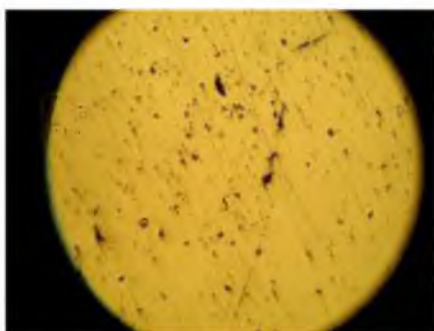


Рисунок 2 – Микроструктура продольного шлифа в зоне максимального загрязнения
неметаллическими включениями x100

Таким образом, высокая загрязненность неметаллическими включениями в отдельных местах трубы является причиной высокой коррозии, что приводит к нарушению сплошности трубы в процессе эксплуатации