

## **Исследование образцов для испытаний средств капиллярного неразрушающего контроля**

*И.С. Лобанова, А.Ю. Попова*

*Научный руководитель: Н.П. Калиниченко, канд. техн. наук, доцент.  
Томский политехнический университет*

Капиллярный вид контроля основан на проникновении в полость поверхностного дефекта смачивающих жидкостей. Излишки жидкости удаляют с поверхности, а оставшуюся в дефекте - извлекают проявляющим порошком или краской. Следы жидкости видны на поверхности как темные пятна (метод керосиновой пробы), цветные пятна (цветной метод) или пятна, светящиеся в ультрафиолетовых лучах (люминесцентный метод). Выявляемость дефектов указывает на то, какой определенный наименьший поверхностный дефект (например, ширина трещины) еще визуализируется данным набором материалов. Она (ширина трещины) определяется на естественных или искусственных дефектах при нормальных лабораторных условиях, причем необходимо применять установленную заводом-изготовителем технологию контроля. Для испытаний дефектоскопических материалов используют контрольные образцы.

Образцы могут быть изготовлены как из металла, так и из неметалла. Назначение контрольных образцов заключается в определении качества дефектоскопических материалов, как при их поступлении, так и непосредственно перед проведением контроля, а также и для определения их чувствительности. основополагающий стандарт по капиллярному контролю [1] предусматривает 4 класса чувствительности: I, II, III, IV и технологический.

Контрольные образцы сопровождаются паспортом с указанием основных параметров дефекта: ширины раскрытия, длины и глубины. Приводится фотография контрольного образца с индикаторным следом дефекта при проведении технологии контроля определенным набором дефектоскопических материалов.

Неметаллические образцы в данный момент проходят стадию исследования и доработки. Они просты в изготовлении, их изготовление экономически более выгодно, дефекты получаются с заданными параметрами, отсутствует коррозия, при очистке образцов от дефектоскопических материалов остатки материалов легко заметны, что позволяет более качественно производить очистку образцов, что в свою очередь продлевает срок их эксплуатации [2,3].

Цель данной работы заключается в исследовании влияния температуры на ширину раскрытия контрольных образцов из неметалла II - III класса чувствительности, а также в сравнении оценки смачивающей способности пенетранта на контрольных образцах из металла и неметалла.

В таблицах 1 и 2 представлены зависимости средних значений ширины раскрытия от температуры среды, в которую были помещены контрольные образцы.

Таблица 1. Воздействие температур на ширину раскрытия (мкм)

№ контрольного образца	№ дефекта в контрольном образце	-10 °С	20 °С	100 °С
0	1	8,4	8,6	19,4
	2	7,8	9	21,6
1	1	36,4	27,2	32,2
2	1	22,4	19	17,0
	2	24,6	21	36,6
13	1	28,4	35,8	27,0
	2	19,7	21,2	17,4
20	1	29,6	23,2	29,4
	2	18,4	10,8	15,0
21	1	8	9,6	8,0

Измерения проводились через 20 минут после охлаждения/нагрева. 20 °С соответствует нормальным лабораторным условиям.

На рис.1 приведены зависимости изменения ширины раскрытия дефектов контрольных образцов от воздействия температур.

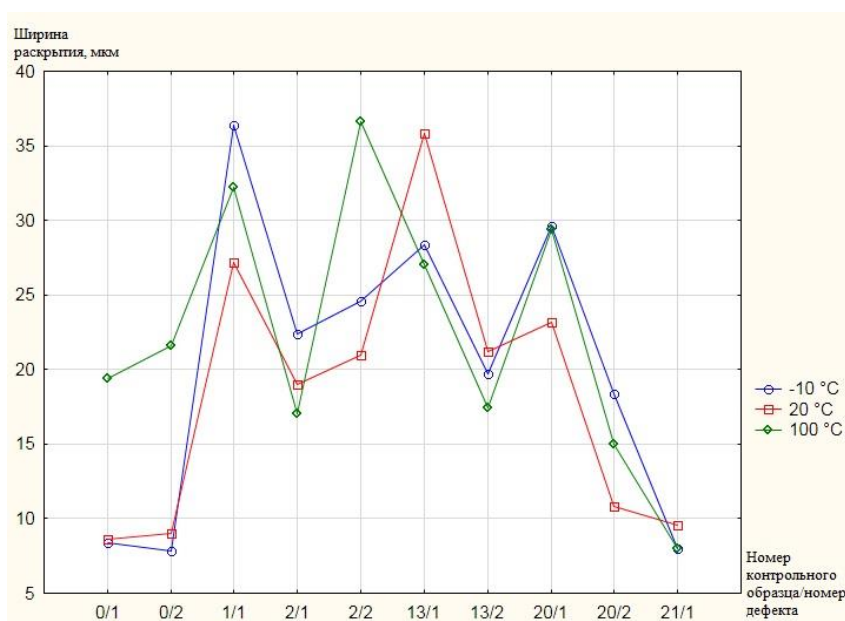


Рис.1. Воздействие температур на ширину раскрытия

Можно наблюдать динамику поведения раскрытия трещин у одних и тех же образцов относительно повышения или понижения температур.

Также были проведены исследования поведения дефектов контрольных образцов на резкое понижение температуры. Образцы были помещены в холодильную камеру при температуре -10 °С на 30 мин и сразу после извлечения были сняты показания. Результаты измерений при нормальных условиях, сразу после охлаждения и через 20 мин после изъятия из холодильной камеры продемонстрированы в таблице 2 и на рис. 2.

Таблица 2. Результаты измерений ширины раскрытия дефекта в разные отрезки времени.

№ контрольного образца	№ дефекта в контрольном образце	до охлаждения (нормальные условия)	сразу после охлаждения	через 20 мин после охлаждения
0	1	8,6	23	12,4
	2	9	21,4	9,8
1	1	27,2	34,6	29,4
2	1	19	19,2	19
	2	21	36,8	24,6
13	1	35,8	25,2	28,4
	2	21,2	20,8	19,7
20	1	23,2	23,4	23,2
	2	10,8	17	12,4
21	1	9,6	8,8	9

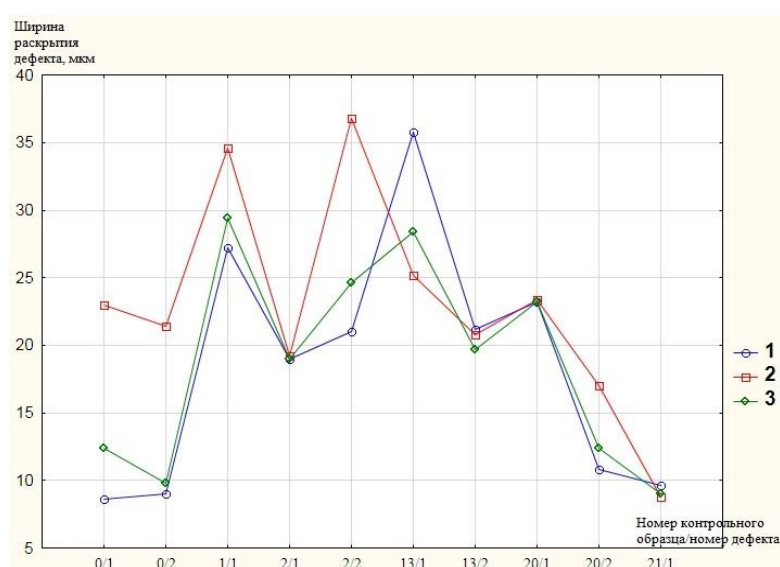


Рис.2. Результаты измерений ширины раскрытия дефекта в разные отрезки времени. Измерения проводились: 1 - до охлаждения (нормальные условия), 2 - сразу после охлаждения, 3 - через 20 мин после охлаждения

Далее представлена сравнительная оценка смачивающей способности проникающей жидкости по отношению к контрольным образцам из металла и неметалла. Существует целая классификация методов оценки смачивающей способности. Наиболее распространен в капиллярной дефектоскопии способ сравнительной оценки смачивающей способности жидкости путем измерения радиуса или диаметра пятна, образованного каплей нормированного объема испытываемой жидкости, растекающейся по горизонтальной твердой поверхности за установленное время, или определения диаметра этого пятна с течением времени (скорости растекания) [4]. Считается, что чем больше радиус (диаметр или площадь) пятна растекания, при прочих равных условиях, тем лучше смачивающая способность жидкости. В начале эксперимента была определена шероховатость поверхностей у каждого из образцов.

Таблица 3. Результаты измерений шероховатости поверхностей металлических и неметаллических контрольных образцов.

	Наименование контрольного образца	Ra, мкм	Rz, мкм
Из неметалла	№1	0,073	0,345
	№ 0	0,266	0,614
Из металла	№192	1,240	6,480
	№122	1,368	6,897

На рис. 3 приведена зависимость от времени растекаемости пенетранта на поверхностях контрольных образцов из металлов и неметаллов.

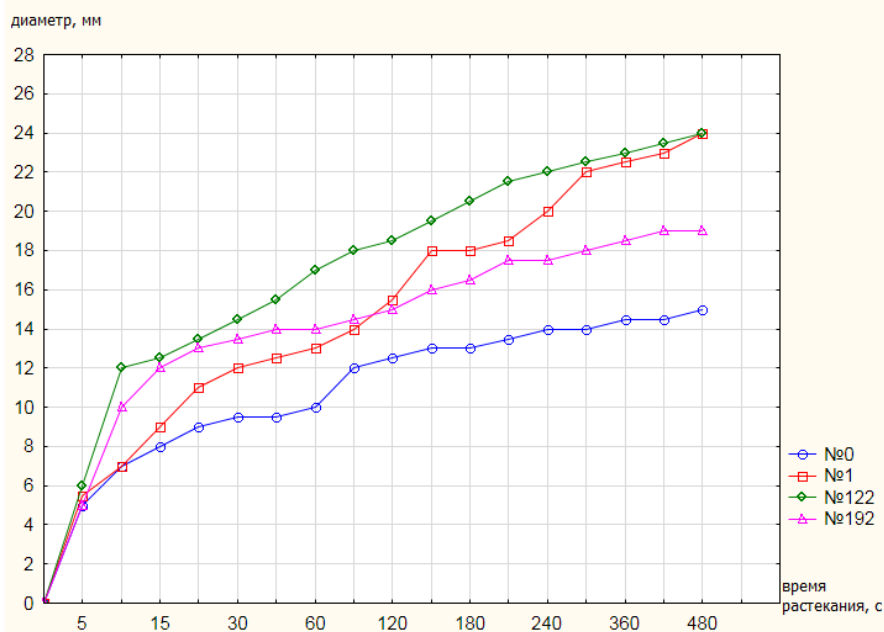


Рис. 3. Зависимость от времени растекаемости пенетранта на поверхностях контрольных образцов из металлов (№122 и №192) и неметаллов (№0 и №1)

Из рис. 3 видно, что растекаемость пенетранта на поверхностях из металла (№ 122) и неметалла (№ 1) практически одинакова.

Выводы.

1. Диапазон изменения ширины раскрытия трещин под действием температур незначителен и укладывается в границы классов чувствительности.
2. После достижения контрольным образцом температуры нормальных условий, среднее значение ширины раскрытия трещин приходит к практически первоначальному значению.
3. При отличающихся значениях шероховатости контрольных образцов из металла и неметалла, смачивающая способность не слишком отличается друг от друга. Из этого следует, что контрольные образцы из неметалла не уступают по характеристикам смачивающей способности металлическим.

Литература:

1. РД-13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений,

применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. Введены в действие с 25 декабря 2006 г.

2. Патент 2426110 С1 RU. Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н., Конарева И.С. Способ изготовления контрольных образцов для капиллярной дефектоскопии. Заявлено 20.04.2010; опубликовано 10.08.2011 Бюл.№22.
3. Kalinichenko N. P., Kalinichenko A. N., Konareva I. S. Reference specimens of nonmetallic materials for penetrant nondestructive testing // Russian Journal of Nondestructive Testing . - 2011 - Issue 47 - №. 10 - p. 663-666.
4. Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н. Лабораторный практикум по контролю проникающими веществами. Капиллярный контроль: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012 г. –112 с.

### **Разработка технологии магнитопорошкового контроля для дефектов с малым раскрытием**

*Е.И. Стаднюк*

*Научный руководитель: И.И. Толмачев, к.т.н., доцент  
Томский политехнический университет*

Разработано и опубликовано достаточное количество методик, методических пособий, технологических рекомендаций по магнитопорошковому контролю. Однако, технологии проведения магнитопорошкового контроля для дефектов с малым раскрытием (менее 2 мкм) в настоящее время не существует. Не определены, соответственно, и параметры технологии контроля.

Многие авторы утверждают, что данным видом контроля возможно обнаружение дефектов от 1 мкм, но требования к состоянию поверхности нигде не указаны. Для подтверждения данного явления и определения параметров контроля были поставлены следующие задачи: обнаружить микродефект с помощью магнитопорошкового контроля; привести новое, более точное разделение по уровням чувствительности; привести рекомендации к повышению чувствительности при магнитопорошковой дефектоскопии.

В опыте контролю подверглись три образца под номерами 1, 2 и 3. Установив соответствующие параметры (режим и ток намагничивания), провели контроль. Образец под номером 1 подвергли циркулярному намагничиванию (пропускание тока  $I_{ц} = 1,4 \text{ кА}$  по всему изделию) электроконтактами. Контроль осуществили способом остаточной намагниченности. Образцы под номерами 2 и 3 были намагничены продольно с применением гибкого кабеля. Их контроль проводили так же способом остаточной намагниченности. В качестве применяемой аппаратуры использовали модульный дефектоскоп МД-М. Когда объекты контроля были намагничены, на их поверхность был нанесен магнитный индикатор мокрым способом в виде суспензии. В данном случае черная магнитная суспензия