ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Инвестиционно-строительный концерн «Росатомстрой»

Никимт

Филиал Федерального государственного унитарного предприятия
«Инвестиционно-строительный концерн «Росатомстрой»

Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии - НИКИМТ

127410, г. Москва, Алтуфьевское шоссе, д.43
E-mail: nikimt@nikimt.ru; тел.: (495) 489-90-95; факс (495) 903-10-00

04.10.2006 № ЛП-ЛГ/Л-К
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель «Эксперт-Центр»
НИКИМТ
_____ А.В. Полковников

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о проведении испытаний дефектоскопических материалов для магнитопорошкового контроля фирмы «MAGNAFLUX» на предмет применения в атомной энергетике.

В Научно-исследовательском и конструкторском институте монтажной технологии (НИКИМТ), как Головной отраслевой материаловедческой организации Федерального агентства по Атомной энергии Российской Федерации были проведены испытания дефектоскопических материалов для магнитопорошкового контроля фирмы «MAGNAFLUX»:

Магнитопорошковая дефектоскопия (цветной контраст)

- Серый магнитный порошок для сухого способа контроля - 1 Grey; (№ 057C004);
- Черный магнитный порошок для сухого способа контроля - 3A Black; (№ 057C008);
- Красный магнитный порошок для сухого способа контроля - 8A Red; (№ 057C066);
- Черный магнитопорошковый концентрат (2÷6 мкм) для мокрого способа контроля - 7C Black; (№ 057C009);
- Красный магнитопорошковый концентрат для мокрого способа контроля - 9C Red; (№ 057C048);

- Черный магнитопорошковый концентрат (2÷6 мкм)
  для образования водных суспензий - 27B; (№ 057CO19);
- Черная магнитопорошковая суспензия (2÷6 мкм)
  в аэрозольной упаковке «MAGNAFLUX» MPI Ink - 7HF; (№ 60706);;
- Белый контрастный краситель (грунт)
  White Contrast Paint в аэрозольной упаковке - WCP-2; (№ 100501);

- Гранулированная водная присадка - WA-2B; (№ 055CO42);
- Жидкая водная присадка - WA-4E; (№ 064CO15).

Магнитопорошковая люминесцентная дефектоскопия
- Люминесцентный магнитопорошковый концентрат (8÷12 мкм)
  для мокрого способа контроля - MG410; (№ 057C036);
- Люминесцентный магнитопорошковый концентрат (6÷7 мкм)
  для мокрого способа контроля - 14A; (№ 059CO25);
- Люминесцентный магнитопорошковый концентрат (6÷7 мкм)
  для образования водных суспензий - 20B; (№ 057CO23);
- Люминесцентный магнитопорошковый концентрат (6÷7 мкм)
  с присадками на водной основе и ингибиторами коррозии - WB12; (№058CO31);
- Люминесцентная магнитопорошковая суспензия (6÷7 мкм)
  в аэрозольной упаковке «MAGNAFLUX» MPI Ink - 14HF; (№ 80506);
- Люминесцентная магнитопорошковая суспензия (8÷12 мкм)
  в аэрозольной упаковке «MAGNAFLUX» MPI Ink - 410HF; (№ 80302);.

Аэрозольные баллоны для дефектоскопических материалов имеют ёмкость 400 мл. В качестве пропеллента для черной магнитопорошковой суспензии 7HF, белого контрастного грунта WCP-2, люминесцентной магнитопорошковой суспензии 14HF, 410HF используется сжиженный гидрокарбонат.

Испытания дефектоскопических материалов проводились с целью определения возможности их применения для магнитопорошковой дефектоскопии оборудования и трубопроводов в соответствии с требованиями нормативных документов, действующих в атомной энергетике:

- ПНАЭ Г-7-0-10-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля».
- ПНАЭ Г-7-015-89 «Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов) сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Магнитопорошковый контроль».

Дефектоскопические материалы, далее «ДМ», фирмы «MAGNAFLUX» допущены для производственно-технического использования в соответствии с ASTM E 1444, RCCM, BS 4069, ASME B, PV Code Sec V.

ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ.

1. Изготовление и метрологическая поверка контрольных образцов, имеющих условные поверхностные дефекты, соответствующие условным уровням чувствительности А, Б, В, параметры которых приведены в табл. 1. (п. 1.5 ПНАЭ Г-7-015-89).

Таблица 1

Условный уровень чувствитель-ности	Минимальная ширина раскрытия условного дефекта, мкм (не более)	Минимальная протяженность условного дефекта, мм	Шероховатость контролируемой поверхности Ra, мкм (не более)
А Б В	2,0 10,0 25,0	0,5 0,5 0,5	2,5 10,0 10,0

2. Отработка режимов намагничивания контрольных образцов до напряженности, соответствующей уровням чувствительности А, Б, В.
3. Приготовление магнитной и магнитолюминесцентной суспензий из порошковых концентратов и подготовка к работе аэрозольных баллонов фирмы «MAGNAFLUX» и «ДМ», рекомендуемых ПНАЭ Г-7-015-89.
4. Обработка контрольных образцов «ДМ» в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя и ПНАЭ Г-7-015-89.
5. Визуальный анализ индикаторных следов на поверхности контрольных образцов.
6. Оценка полученных результатов в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-015-89.

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

В соответствии с п.3.9. ПНАЭ-Г-7-015-89 качество готовой магнитной суспензии перед проведением контроля проверялось на контрольных образцах с несплошностями, удовлетворяющими заданному уровню чувствительности контроля (А, Б, В), зав.№ 135, 126, 206.

При проведении данных испытаний применялись метрологически аттестованные контрольные образцы, изготовленные в соответствии с Приложением 2 ПНАЭ-Г-7-015-89, из стали 20Х13 после азотирования в атмосфере аммиака.

Продольное (полюсное) намагничивание контрольных образцов осуществлялось в приложенном магнитном поле с помощью магнитного дефектоскопа ПМД-70, зав.№ 174.

Уровень намагниченности контрольных образцов измерялся с помощью метрологически аттестованного измерителя напряженности магнитного поля ИМАГ-400.

При испытаниях «ДМ» для магнитопорошковой люминесцентной дефектоскопии применялся облучатель ультрафиолетовый «Helling Super. UV 2005»

Освещенность контролируемой поверхности при использовании черных и цветных магнитных порошков составляла не менее 1000 лк (п. 4.6.3 ПНАЭ-Г-7-015-89).

При проведении контроля в затемненном помещении с использованием люминесцентных порошков ультрафиолетовая облученность контролируемой поверхности составляла не менее 1500 мкВт/см^2 (150 отн.ед. по ГОСТ 18442-80). Длина волны ультрафиолетового излучения была в диапазоне 315÷400 нм (п.4.6.3 .ПНАЭ Г-7-015-89).

В соответствии с п. 3.1 ПНАЭ-Г-7-015-89 в качестве индикаторов несплошностей допускается использовать черные или цветные магнитные, магнитолюминесцентные порошки или их суспензии со следующими диапазонами зернистости:

для суспензии – не более 50 мкм;

для сухого способа – не более 150 мкм.

Испытание «ДМ» на величину частиц порошка проводилось методом отстоя в этиловом спирте (ГОСТ 17299-78) и непосредственным замером с использованием металлографического микроскопа МИМ-10, зав. № 1201. Испытания показали, что зернистость магнитных порошков соответствует паспортным данным и удовлетворяет требованиям ПНАЭ-Г-7-015-89.

При приготовлении магнитных суспензий из концентратов соблюдалась следующая рецептура:

- содержание «MAGNAFLUX» 7C Black и 27B Black в 1 л дисперсионной среды составляло 25±5 г;
- содержание «MAGNAFLUX» MG410, 14A, 20B, WB12 в 1 л дисперсионной среды составляло 4±1 г; что соответствует рекомендациям п. 3.4 ПНАЭ-Г-7-015-89.

Параллельно с испытаниями «ДМ» фирмы «MAGNAFLUX» на тех же контрольных образцах и тех же режимах проводились сравнительные испытания дефектоскопических материалов, рекомендуемых в Приложении 1 ПНАЭ-Г-7-015-89, в частности

- Состав 3:

Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79	25 ± 5 г
Мыло хозяйственное	1 ± 0,5 г
Сода кальцинированная, ГОСТ 5100-73	12 ± 2 г
Вода водопроводная, ГОСТ 2874-73	до 1000 мл

- Состав 4:

Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79	25 ± 5 г
Керосин осветительный, ОСТ 38.01-407-86	500 мл
Масло трансформаторное, ГОСТ 982-80	500 мл

- Состав 5:

Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79	25 ± 5 г
Масло нелюминесцирующее (марки РМ)	до 1000 мл

При магнитолюминесцентном контроле в составах 3 и 5 вместо черного магнитного порошка применялся магнитно-люминесцентный порошок Люмагпор-5 (ТУ 6-09-26-438-83) в количественном отношении 4 ± 1 г на 1 л суспензии. Взвешивание порошков проводилось на аналитических весах типа ВЛКТ (зав. №144).

При сравнительных испытаниях кроме контрольных образцов применяли детали, имеющие естественные трещины, причем для объектов контроля с темной поверхностью использовался белый контрастный грунт WHITE CONTRAST PAINT WCP-2 толщиной до 20 мкм. Температурный диапазон использования «ДМ» составляет +10 ÷ +30 °С.

Для реализации контроля по условным уровням чувствительности А, Б, В способом приложенного поля напряженность магнитного поля $H_{ПР}$, необходимая для обеспечения требуемого уровня чувствительности, определялась исходя из коэрцетивной силы H_C материала объекта контроля (в нашем случае для стали 20Х13, из которой выполнены контрольные образцы) и величины поля насыщения $H_{НАС}$.

Расчет необходимого приложенного намагничивающего поля $H_{ПР}$ для стали 20Х13 в зависимости от чувствительности приведен в табл. 2, исходя из требований п. 4.3.6 ПНАЭ-Г-7-015-89.

Таблица 2

Уровень чувствительности	Коэрцетивная сила, H_C, А/см	Поле насыщения, $H_{НАС}$, А/см	Формула для расчета, $H_{ПР}$, А/см
А	11,1	80	$42+1,3H_C = 56,4$
Б	11,1	80	$20+1,1H_C = 32,2$
В	11,1	80	$15+1,1H_C = 27,2$

РЕЗУЛЬТАТЫ.

Испытания показали, что по всем техническим параметрам дефектоскопические материалы для магнитопорошковой дефектоскопии (цветной контраст) и магнитопорошковой люминесцентной дефектоскопии, как в аэрозольной упаковке, так и в виде порошкового концентрата, производства фирмы «MAGNAFLUX» удовлетворяют или превосходят требования ПНАЭ Г-7-015-89.

ВЫВОДЫ:

Дефектоскопические материалы для магнитопорошкового контроля фирмы «MAGNAFLUX» обеспечивают при оптимальных режимах намагничивания:

1. Цветной метод

- Условный уровень чувствительности А по ПНАЭ Г-7-015-89 при использовании в качестве индикаторов черного магнитного порошка 3A Black красного магнитного порошка 8A Red красного магнитопорошкового концентрата 9 C Red, черных магнитопорошковых концентратов 7C Black 27B с водными присадками WA-2B WA-4E и аэрозольной суспензии 7 HF на контролируемых объектах, имеющих металлический блеск (светлый тон).

- Условный уровень чувствительности А по ПНАЭ Г-7-015-89 при использовании предварительно нанесенного белого грунта WCP-2, а в качестве индикаторов черного магнитного порошка 3A Black красного магнитного порошка 8A Red черных магнитопорошковых концентратов 7C Black 27B с водными присадками WA-2B, WA-4E и аэрозольной суспензии 7 HF на контролируемых объектах с темной поверхностью.

- Условный уровень чувствительности А по ПНАЭ Г-7-015-89 при использовании серого магнитного порошка 1 Grey при использовании белого грунта WCP-2.

- Условный уровень чувствительности Б по ПНАЭ Г-7-015-89 при использовании серого магнитного порошка 1 Grey без применения белого грунта WCP-2 (008A009).

2. Люминесцентный метод.

- Условный уровень чувствительности А по ПНАЭ Г-7-015-89 при использовании в качестве индикаторов люминесцентных магнитопо-

рошковых концентратов MG-410, 14A, 20B, WB-12 и люминесцентных магнитопорошковых суспензий в аэрозольной упаковке 14HF, 410HF.

Испытанные дефектоскопические материалы фирмы «MAGNAFLUX» удовлетворяют требованиям « Унифицированной методики контроля оборудования и трубопроводов АЭУ. Магнитопорошковый контроль. ПНАЭ Г-7-015-89» и могут применяться для обеспечения условного уровня чувствительности А, Б и В при магнитопорошковом контроле объектов атомной энергетики.

Данное заключение выдано ЗАО «Оборудование для неразрушающего контроля» о возможности применения указанных выше дефектоскопических материалов для магнитопорошкового контроля в атомной энергетике.

Действительно до ноября 2009 года.

Начальник лаборатории методик
неразрушающего контроля НИКИМТ В.И. Горбачев