

Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский и
конструкторский институт монтажной
технологии - Атомстрой»

(ОАО «НИКИМТ-Атомстрой»)

127410, Москва

Алтуфьевское ш., д. 43, стр. 2

Тел.: (495) 411-65-50, 411-65-51

Факс: (495) 411-65-52, 411-65-53

E-mail: post@atomrus.ru



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Open Joint Stock Company
«Research and Development Institute
of Construction Technology –
Atomstroy»

(OJSC «NIKIMT-Atomstroy»)

Altufjevskoe shosse st., h. 43, bld. 2

Moscow 127410

Tel.: (495) 411-65-50, 411-65-51

Fax : (495) 411-65-52, 411-65-53

E-mail: post@atomrus.ru

№ _____

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник Управления-
Руководитель «Эксперт-Центр»
ОАО «НИКИМТ-Атомстрой»



А.В. Полковников

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам испытаний дефектоскопических комплектов для
магнитопорошкового контроля фирмы «HELLING» на предмет
применения в атомной энергетике.

№ МПД-HEL/NR-018 от 28.11.2011г.

В ОАО «НИКИМТ-Атомстрой», как Головной материаловедческой
организации Государственной Корпорации по атомной энергии «Росатом»
(Приказ Руководителя ГК «Росатом» С.В.Кириенко № 191 от 16.04.2007г)
проведены испытания дефектоскопических комплектов для
магнитопорошкового контроля фирмы «HELLING»:

- Черная магнитная суспензия NRS 103S; аэрозоль, Art.-Nr.135.005.071,
Code19778/04/11.
- Белая фоновая краска NR 104A, аэрозоль, Art.-Nr.135.006.020,
Code OL20506/05/11.
- очиститель NR 107, аэрозоль, Art.-Nr. 135.006.050; Code 20215/03/11.



Сертифицировано
Русским Регистром



Далее по тексту дефектоскопический комплект «МПД-1».

- Флуоресцентная магнитная суспензия NRF 101; аэрозоль, Art.-Nr.135.005.050, Code 18851/0910.
- очиститель, NR 107, аэрозоль, Art.-Nr. 135.006.050; Code 20215/013/11.

Далее по тексту дефектоскопический комплект «ФМПД-2».

Составы для дефектоскопических комплектов расфасованы в аэрозольные баллоны ёмкостью 400 мл. В качестве пропеллента используется пропан-бутановая смесь. Испытания дефектоскопических комплектов проводились с целью определения возможности их применения для магнитопорошкового контроля 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».

При испытаниях учитывались требования следующих нормативных документов:

- ГОСТ 18442-80.
Контроль неразрушающий. Общие требования.
- ГОСТ 24450-80.
Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения.
- ГОСТ 21105-87.
Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

Дефектоскопические комплекты для магнитопорошковой дефектоскопии фирмы «HELLING» допущены для производственно-технического использования в соответствии с EN 571 Teil 1, 2, 3; EN ISO 3452 Teil 3 и имеют Санитарно-эпидемиологические заключения. Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации о их соответствии Государственным санитарно-эпидемиологическим требованиям и нормативам, в т.ч. ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» (Прот. № 898/391 от 01.04.2003 ИЛЦ ГЛЦ ГСЭН) и возможности их применения для проведения работ по магнитопорошковой дефектоскопии.

Дефектоскопические материалы, входящие в дефектоскопические комплекты «МПД-1» и «ФМПД-2» фирмы «HELLING» допущены для использования в соответствии с ASTM E 1444, ASME B, PV Code Sec V.

Цель испытаний.

Испытания проводились с целью определения технологических параметров дефектоскопических комплектов «МПД-1» и «ФМПД-2» для магнитопорошкового контроля оборудования и трубопроводов, подведомственных Управлению по регулированию безопасности атомных станций Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ.

Работа проводилась на контрольных образцах и реальных производственных изделиях.

Использовались следующие образцы:

- Образцы с искусственными дефектами типа трещин. Образцы изготавливались по технологии ПНАЭ Г-7-015-09.
- Образцы натуральных изделий с естественными трещинами.

Испытания проводились как в лабораторных, так и в производственных условиях.

Чувствительность контроля обеспечивается применением конкретных наборов дефектоскопических материалов при соблюдении технологической последовательности операций контроля, требований к подготовке поверхности, режимам намагничивания, анализу и оценке результатов контроля.

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

Под условным дефектом понимается поверхностный дефект в форме плоской щели с параллельными стенками, ориентированный перпендикулярно к контролируемой поверхности и направлению магнитного поля, и с соотношением глубины к ширине, равным 10.

2. Отработка режимов намагничивания контрольных образцов до напряженности, соответствующей уровням чувствительности А, Б, В.

3. Приготовление магнитной и магнитолюминесцентной суспензий из порошковых концентратов рекомендуемых ПНАЭ Г-7-015-89 и подготовка к работе аэрозольных баллонов фирмы «HELLING».

Обработка контрольных образцов в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя и ПНАЭ Г-7-015-89.

4. Визуальный анализ индикаторных следов на поверхности контрольных образцов.

5. Оценка полученных результатов в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-015-89 и ПНАЭ Г-7-0-10-89.

Методика испытаний.

В соответствии с п.3.9. ПНАЭ Г-7-015-89 качество готовой магнитной суспензии перед проведением контроля проверяется на контрольных образцах с несплошностями, удовлетворяющими заданному уровню чувствительности контроля (А, Б, В).

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.

МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И АТТЕСТАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ.

1. Контрольный образец изготавливается из высокохромистых сталей с содержанием хрома 10-15% длиной 110 ± 10 мм, шириной 20 ± 1 мм и толщиной 4-5 мм.

2. После предварительной механической обработки образец шлифуется на глубину 0,2-0,3 мм с шероховатостью поверхности R_a не более 1,6 мкм и азотируется.

3. Азотирование образца проводится в атмосфере аммиака в два этапа:
при температуре $540 \pm 15^\circ\text{C}$ с выдержкой при этой температуре 20 ± 1 ч со степенью диссоциации аммиака $30 \pm 3\%$;

при температуре $580 \pm 15^\circ\text{C}$ с выдержкой при этой температуре 20 ± 1 ч со степенью диссоциации аммиака $60 \pm 3\%$.

Охлаждается образец в печи в атмосфере аммиака до 200°C с последующей выдержкой на воздухе.

4. После азотирования рабочие (широкие) поверхности образцов шлифуются на глубину не более 0,05 мм (с обильным охлаждением) до шероховатости, указанной в табл. 1, в зависимости от требуемого уровня чувствительности.

5. Толщина азотированного слоя измеряется с помощью металло-микроскопа на подготовленном микрошлифе и должна составлять 100÷250 мкм.

6. Для получения искусственных трещин образец устанавливается на две опоры стола винтового пресса и через призму плавно изгибается до появления характерного хруста, свидетельствующего о разрушении азотированного слоя. Глубина образовавшихся трещин принимается равной толщине азотированного слоя. При этом ширина раскрытия выявленных трещин измеряется на металломикроскопе.

7. Полученные образцы маркируются, подвергаются контролю методом магнитопорошковой дефектоскопии и фотографируются.

8. Аттестация контрольных образцов проводится службами неразрушающего контроля и метрологии.

9. Образцы после контроля в соответствии п.7 должны быть очищены, просушены и храниться в отдельной коробке в сухом помещении.

В соответствии с п. 3.1 ПНАЭ Г-7-015-89 в качестве индикаторов несплошностей допускается использовать магнитные и магнито-люминесцентные суспензии с зернистостью не более 50 мкм.

Испытание дефектоскопических комплектов «МПД-1» и «ФМПД-2» на величину частиц порошка проводилось методом отстоя в этиловом спирте (ГОСТ 17299-78) и непосредственным замером с использованием металлографического микроскопа МИМ-10. Испытания показали, что зернистость магнитных порошков составляет 2÷30 мкм и удовлетворяет требованиям ПНАЭ Г-7-015-89.

Продольное (полюсное) намагничивание контрольных образцов осуществлялось в приложенном магнитном поле с помощью магнитного дефектоскопа ПМД-70.

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

При испытаниях дефектоскопического комплекта «ФМПД-2» для магнитопорошковой люминесцентной дефектоскопии применялся облучатель ультрафиолетовый «Helling Super UV 2005», который обеспечивал ультрафиолетовую облученность контролируемой поверхности в соответствии с п. 4.6.3 ПНАЭ Г-7-015-89 (не менее 1500 мкВт/см²) и длиной волны ультрафиолетового излучения в диапазоне 315÷400 нм.

Освещенность контролируемой поверхности при испытании дефектоскопического комплекта «МПД-1» замерялась люксметром «Аргус-01» и составляла не менее 1000 лк. При этом применялось комбинированное освещение (общее и местное).

Параллельно с испытаниями дефектоскопических комплектов фирмы «HELLING» 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	$1 \pm 0,5$ 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.

При сравнительных испытаниях кроме контрольных образцов применяли детали, имеющие естественные трещины. Для объектов контроля с темной поверхностью при испытании дефектоскопического комплекта «МПД-1» для улучшения контраста на контролируемую поверхность наносилась белая фоновая краска NR 104A толщиной до 20 мкм.

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	Коэрцитивная 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	$15+1,1H_C = 27,2$

Перед проведением испытаний проводилась очистка и обезжиривание контролируемой поверхности очистителем NR 107.

Распыление черной магнитной суспензии NRS 103S и флуоресцентной магнитной суспензии NRF 101 проводилось в соответствии с рекомендациями фирмы «HELLING» для обеспечения равномерного распределения суспензии в процессе намагничивания.

После окончания обработки контролируемого участка суспензией процесс дальнейшего намагничивания продолжался не менее 5 секунд. Намагничивание прекращается после стекания с контролируемой поверхности основной массы суспензии, когда дальнейшее стекание не изменяет картины отложения порошка над дефектом (п. 4.5.4 ПНАЭ Г-7-015-89).

Осмотр контролируемой поверхности проводится после прекращения намагничивания.

Результаты испытаний оценивались по наличию на контролируемой поверхности индикаторного следа в виде четкого плотного валика магнитного порошка, видимого невооруженным глазом или с использованием лупы 7-кратного увеличения и воспроизводимого каждый раз при повторном нанесении магнитной суспензии.

Результаты испытаний.

По основным техническим параметрам дефектоскопические комплекты в аэрозольной упаковке «МПД-1» для магнитопорошковой дефектоскопии (цветной контраст) и «ФМПД-2» для магнитопорошковой люминесцентной дефектоскопии производства фирмы «HELLING» удовлетворяют требованиям ПНАЭ Г-7-015-89 в диапазоне температур $+10 \div +35^\circ\text{C}$.

При соблюдении рекомендуемой (ПНАЭ Г-7-015-89, п.4) шероховатости контролируемой поверхности, режимов намагничивания, нанесения магнитного индикатора в соответствии с технологической картой контроля, которая должна разрабатываться для каждого конкретного изделия, черная магнитная суспензия NRS 103S и флуоресцентная магнитная

суспензия NRF101 позволяют обеспечивать при магнитопорошковом контроле условные уровни чувствительности А, Б, В.

При контроле деталей, имеющих темную поверхность, с использованием черной магнитной суспензии NRS 103S перед намагничиванием на контролируемую поверхность следует нанести слой белой фоновой краски NR 104A толщиной до 20 мкм для увеличения контраста индикаторного следа.

Дефектоскопические комплекты «МПД-1» и «ФМПД-2» были испытаны также в производственных условиях для контроля объектов атомной энергетики. Испытания дали положительный результат.

ВЫВОДЫ:

Дефектоскопические комплекты в аэрозольной упаковке для магнитопорошкового контроля фирмы «HELLING»:

1. Цветной контраст

- Черная магнитная суспензия NRS 103S
- Белая фоновая краска NR 104A
- очиститель NR 107.

2. Люминесцентный контраст.

- Флуоресцентная магнитная суспензия NRF 101;
- очиститель, NR 107.

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 фирме «HELLING» на применение указанных дефектоскопических материалов для магнитопорошкового контроля в атомной энергетике.

Действительно до декабря 2014 года.

Начальник лаборатории методик и технологии
неразрушающего контроля
ОАО «НИКИМТ-Атомстрой», к.т.н.

 В.И.Горбачев