

Акционерное общество
«Научно-исследовательский и конструкторский институт
монтажной технологии – Атомстрой»
(АО «НИКИМТ-Атомстрой»)

В.Н. Соловьев

**Физические основы и практика
капиллярного контроля**

Учебно-методическое пособие



Москва 2026

УДК 620.179.111
ББК 30н:30.82:34.9
С 603

Рецензенты:

Бривин Александр Вячеславович – эксперт по неразрушающему контролю АО «НИКИМТ-Атомстрой»;

Ковшов Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор, начальник Научно-инженерного центра цифровых компьютерных систем и автоматизации НИКИМТ, АО «НИКИМТ-Атомстрой».

Соловьев, Виктор Николаевич

С 603 **Физические основы и практика капиллярного контроля.** Учебно-методическое пособие – М.: Мир науки, 2026 г. – Сетевое издание. Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/78MNNPU25.pdf> – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-908127-74-5
DOI: 10.15862/78MNNPU25

Учебно-методическое пособие содержит информацию о физических принципах и закономерностях метода капиллярного неразрушающего контроля, технологии проведения контроля, выявления и анализа индикаторных следов и требований техники безопасности при работе.

Технология выполнения работ основана на требованиях ГОСТ 18442-80, однако там, где различные отрасли и, в первую очередь, атомная промышленность выработали дополнительные требования и условия проведения контроля на это будет обращено внимание.

Отдельный раздел посвящен общим требованиям к заполнению технологических карт контроля с указанием отличий, относящихся к требованиям АО «НИКИМТ-Атомстрой». (<https://nikimt.ru>)

Пособие предназначено для пред-аттестационной подготовки специалистов по неразрушающему контролю, и при обучении по программам дополнительного профессионального образования «Практика капиллярного контроля» в АО «НИКИМТ-Атомстрой».

Материал может быть полезен учащимся средних специальных и высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Техническая диагностика», «Неразрушающий контроль», «Приборостроение» и смежных дисциплин.

Издание распространяется под лицензией Creative Commons CC BY 4.0

ISBN 978-5-908127-74-5

© Соловьев Виктор Николаевич
© ООО Издательство «Мир науки», 2026 г.

Оглавление

Введение	5
1. Общие сведения по неразрушающему контролю и капиллярному контролю	6
1.1. Неразрушающий контроль (НК), виды НК.....	6
1.2. Основные понятия, термины и определения капиллярного контроля.....	7
1.3. Назначение и область применения капиллярного контроля.....	9
1.4 Контрольные вопросы к теме «общие сведения по неразрушающему контролю и капиллярному контролю».....	10
2. Физические основы капиллярного метода контроля.....	11
2.1. Стадии очистки и нанесения пенетранта	11
2.2. Стадия промежуточной очистки.....	18
2.3. Стадия проявления индикаторных следов.....	18
2.4. Люминесцентный способ анализа	18
2.5. Контрольные вопросы к теме «Физические основы метода капиллярного контроля»	20
3. Основные требования и особенности процессов капиллярного контроля.....	22
3.1. Требования к объекту контроля.....	22
3.2. Требования к условиям проведения контроля	22
3.3. Влияние особенностей зрения оператора на достоверность контроля.....	23
3.4. Требования к дефектоскопическим материалам.....	25
3.5. Наборы дефектоскопических материалов	26
3.6. Чувствительность капиллярного контроля.....	27
3.7. Контрольные образцы.....	29
3.8. Задание к теме общая характеристика процесса капиллярного контроля.....	32
3.9. Контрольные вопросы к теме «общая характеристика процесса капиллярного контроля»	32
4. Приборы и средства капиллярного контроля.....	33
4.1. Пенетранты. Требования к пенетрантам.....	33
4.2. Очистители. Требования к очистителям.....	35
4.3. Проявители. Требования к проявителям.....	36
4.4. Эмульгаторы	39
4.5. Источники видимого и УФ света.....	39
4.6. Приборы для замера освещенности видимого и УФ света	43
4.7. Измерители температуры и влажности.....	44
4.8. Контроль шероховатости поверхности объектов контроля.....	45

4.9. Контрольные вопросы к теме «Оборудовании и средства капиллярного контроля»	46
5. Документация.....	48
5.1. Виды документации	48
5.2. Различия между основными методическими документами.....	52
5.3. Контрольные вопросы к теме «Документация»	53
6. Процесс проведения капиллярного контроля. Основные стадии капиллярного контроля.....	54
6.1. Общая информация	54
6.2. Подготовка поверхности к проведению капиллярного контроля	57
6.3. Нанесение пенетранта. способы интенсификации контакта с пенетрантом	61
6.4. Удаление пенетранта с поверхности объекта контроля	63
6.5. Нанесение проявителя	65
6.6. Анализ индикаторных следов	67
6.7. Измерение и оценка индикаторных следов	73
6.8. Требования к квалификации персонала и метрологические аспекты капиллярного контроля	74
6.9. Контрольные вопросы к теме «порядок подготовки и проведения капиллярного контроля»	75
7. Технологическая карта капиллярного контроля.....	76
7.1. Общие требования к содержанию технологической карты контроля	76
7.2. Рекомендуемая форма и пример заполнения технологической карты капиллярного контроля	78
7.3. Пример содержания раздела «Техника безопасности»	81
7.4. Задание. Составьте технологические карты контроля для следующих объектов.	81
8. Техника безопасности при проведении капиллярного контроля.....	82
9. Дать заключение о качестве.....	87
10. Ответы на контрольные вопросы	94
11. Список литературы.....	99

Введение

Настоящее пособие предназначено для подготовки специалистов по капиллярному методу неразрушающего контроля. Технология проведения контроля основана на требованиях ГОСТ 18442-80, однако в различных отраслях промышленности используются свои методические документы, дополняющие основной ГОСТ. Поэтому в настоящем пособии изложена общая технология проведения контроля с указанием некоторых дополнительных требований, которые применяются в атомной отрасли.

С другой стороны, каждая отрасль выработала свои нормы и правила оценки качества контроля и браковки изделий. На некоторые отличия в трактовке результатов контроля будет обращено внимание в соответствующих разделах пособия. Материалы пособия могут быть полезны студентам высших и организаций среднего профессионального образования по направлениям «Неразрушающий контроль», «Техническое диагностирование» и смежных направлений, сотрудникам эксплуатационно-технических организаций и широкому кругу специалистов, чья деятельность связана с технической диагностикой и контролем качества изделий и конструкций.

Пособие содержит информацию о физических принципах и закономерностях метода, технологии проведения контроля, выявления, регистрации и анализа индикаторных следов, а также технике безопасности при проведении капиллярного контроля.

Представленный объем материала соответствует требованиям к знаниям специалистов, профессионального стандарта "Специалист по неразрушающему контролю", утвержденного приказом № 976н от 03.12.2015 Министерства труда и социальной защиты РФ, в рамках осуществления трудовых функций «Выполнение капиллярного контроля контролируемого объекта», «Выполнение работ по НК конкретным методом с выдачей заключения о контроле», «Разработка технологической инструкции для выполнения НК конкретным методом» а также с учетом требований современных отечественных и международных стандартов в области подготовки и аттестации контролеров качества по капиллярному контролю.

11. Список литературы

1. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
2. ГОСТ Р ИСО 3452-1-2011. Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 1. Основные требования
3. ГОСТ Р ИСО 3452-2-2009. Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 2. Испытания пенетрантов.
4. ГОСТ Р ИСО 3452-3-2009. Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 3. Испытательные образцы.
5. ГОСТ Р ИСО 3452-4-2009. Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 4. Оборудование
6. ГОСТ Р 50.05.09-2018. Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Капиллярный контроль.
7. РД ЭО 1.1.2.25.0937-2013. Контроль неразрушающий. Единые требования к форме и содержанию технологических карт.
8. РД-13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.
9. ПНАЭ Г-7-025-90. Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля.
10. НП-084-15. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций»
11. НП 104-18 федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»
12. НП-105-18 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже»
13. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Т.4.: Акустическая тензометрия. Магнитопорошковый метод контроля. Капиллярный метод / Под общ. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2004. – 736 с.

-
14. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн.1: Общие вопросы. Контроль проникающими веществами: Практик. пособие/ А.К. Гурвич, И.Н. Ермолов, С.Г. Сажин. – М.: Высшая школа, 1992. – 242 с.

Соловьев Виктор Николаевич

Физические основы и практика капиллярного контроля

Учебно-методическое пособие издано в авторской редакции

Сетевое издание

Ответственный за выпуск – Алимова Н.К.

Учебное издание

Системные требования:

операционная система Windows XP или новее, macOS 10.12 или новее, Linux.

Программное обеспечение для чтения файлов PDF.

Объем данных 5,5 Мб

Принято к публикации «20» апреля 2026 года

Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/78MNNPU25.pdf> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

ООО «Издательство «Мир науки»

«Publishing company «World of science», LLC

Адрес:

Юридический адрес – 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

Почтовый адрес – 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

<https://izd-mn.com/>

**ДАННОЕ ИЗДАНИЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ
НА ЭЛЕКТРОННЫХ НОСИТЕЛЯХ**