

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.  
МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ  
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**EN  
1290:1998**

**Гост применим к оборудованию магнитопорошкового контроля.**

Данный стандарт нормирует применение магнитопорошкового метода обнаружения несплошностей на наружной поверхности ферромагнитных сварных швов и на поверхности зоны термического влияния. Рекомендуемые методы приемлемы для большинства способов сварки и в большинстве видов соединений.

При контроле сварных швов по схемам, данным в табл. 1, 2 и 3, могут непосредственно применяться способы, описанные в данном стандарте.

**СОСТОЯНИЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПОДГОТОВКА НАРУЖНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ**

Поверхности, подлежащие контролю, должны быть свободны от окалины, масла, сварочных брызг, следов обработки, грязи, толстых слоев краски и других чужеродных материалов, которые могут влиять на чувствительность.

Материал, наружная поверхность и средство контроля не должны быть повреждены при очистке и подготовке наружной поверхности.

**НАМАГНИЧИВАНИЕ**

**Направление намагничивания**

Если нет иной договоренности, то должны применяться следующие виды приборов намагничивания переменным током:

- ручные магниты;
- генераторы тока с накладными электродами;
- прикладываемые кабели, электроды, пропускаемые через контролируемый объект или намагничивающие катушки.

При применении накладных электродов необходимо по возможности избегать образования перегревов, прижогов, электрической дуги. Если требуется, то нужно удалить места прижогов. Для обеспечения хорошего состояния наружной поверхности необходимо эту поверхность контролировать подходящими для этого способами.

### Проверка величины поля намагничивания

Для большинства свариваемых электромагнитных материалов рекомендуется диапазон величин тангенциальных напряженностей магнитного поля от 2 до 6 кА/м.

Намагничивание должно проверяться одним из следующих методов:

контрольным образцом с небольшими естественными или искусственными несплошностями в наиболее неблагоприятной области для их обнаружения;

измерением тангенциальной напряженности магнитного поля по возможности близко к поверхности с помощью эффекта Холла. Измерение напряженности магнитного поля на перепадах поперечного сечения или в местах выхода магнитного потока из наружной поверхности может исказить результаты измерений;

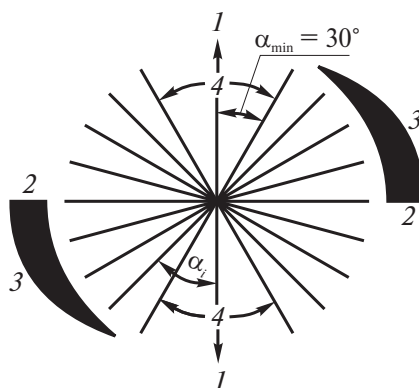
расчетом тангенциальной напряженности магнитного поля. Расчеты обосновывают величину силы тока (табл. 2 и 3);

другими подходящими для этого методами.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА

### Направления поля и контролируемый участок

Выявляемость несплошности зависит от угла между ее основным направлением и направлением магнитного поля. Это поясняется для одного направления намагничивания на рис. 1.



**Рис. 1.** Направления обнаруживаемых несплошностей:

*I* — направление магнитного поля; 2 — оптимальная чувствительность обнаружения;

3 — уменьшающаяся чувствительность обнаружения; 4 — недостаточная чувствительность обнаружения;  $\alpha$  — угол между направлением магнитного поля и направлением несплошности;

$\alpha_{\min}$  — минимальный угол, необходимый для обнаружения несплошности;  $\alpha_i$  — пример направления несплошности

Для надежного обнаружения несплошностей во всех направлениях контролируемые сварные швы необходимо намагничивать в двух примерно взаимно перпендикулярных направлениях. Отклонение от перпендикулярности не должно превышать 30°. Такое намагничивание можно производить одним или несколькими способами намагничивания.

Контроль только с одним направлением намагничивания должен быть согласован между договорными сторонами. Если при контроле применяется ярмо или контактные электроды, то из-за большой величины намагничивания на полюсах или контактных электродах появляется неконтролируемая область, которая, как правило, характеризуется скоплением большого числа частиц. Необходимо обеспечить достаточное перекрытие контролируемых участков (рис. 2 и 3).

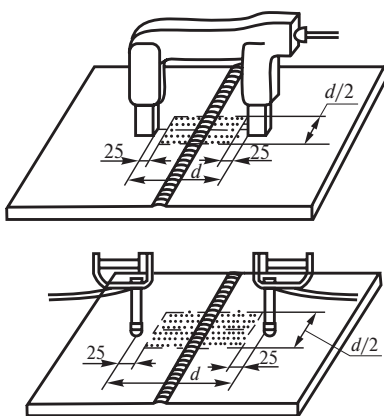


Рис. 2. Пример контролируемого участка при намагничивании ручным магнитом и протеканием тока

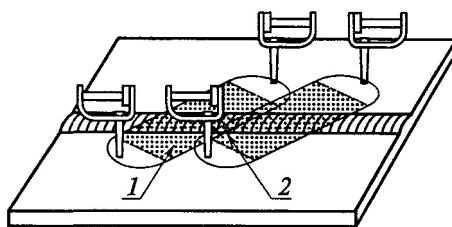


Рис. 3. Перекрытие контролируемых участков:  
1 — участок контроля; 2 — перекрытие

### Типичные способы магнитопорошкового контроля

Применение способов магнитопорошкового контроля на наиболее часто встречающихся сварных соединениях показано в табл. 1, 2 и 3. Данные цифровые величины следует понимать как иллюстративные. Если возможно, то такие направления намагничивания и наложения полей должны применяться и для остальных сварных швов.

Размер  $d$  — путь тока или магнитного потока в материале. Он может быть больше или равен ширине контролируемой области или ширине сварного шва плюс зона термического влияния и плюс 50 мм. Контролируемый участок должен охватывать сварной шов и зону термического влияния. Угол между направлением намагничивания и сварным швом должен быть задан приближенно.

## СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ

### Проверка пригодности средств контроля

Пригодность средств контроля должна проверяться через определенные промежутки времени. Проверка должна проводиться на контролируемых объектах с известными естественными или искусственными несплошностями на наружной поверхности или на предварительно намагниченных эталонах.

Индикаторные рисунки должны сравниваться с индикаторными рисунками, полученными с использованием средств контроля, которые обладают известной достаточной чувствительностью обнаружения дефекта.

Индикаторные рисунки для сравнения должны быть:  
реальными индикаторными рисунками;  
фотографиями;  
отпечатками.

Таблица 1

Типичные способы намагничивания ручным магнитом

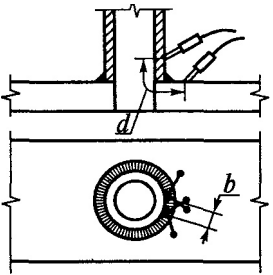
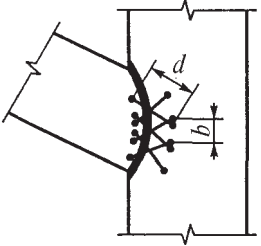
	$d \geq 75^*$ $b < 0,5d$ $b \approx 90^\circ$
	$d_1 \geq 75$ $b_1 \leq 0,5d_1$ $b_2 \leq d_2 - 50$ $d_2 \geq 75$
	$d_1 \geq 75$ $d_2 \geq 75$ $b_1 \leq 0,5d_1$ $b_2 \leq d_2 - 50$
	$d_1 \geq 75$ $d_2 \geq 75$ $b_1 \leq 0,5d_1$ $b_2 \leq d_2 - 50$

\* Размеры даны в мм.

Таблица 2

Типичные способы намагничивания протеканием тока

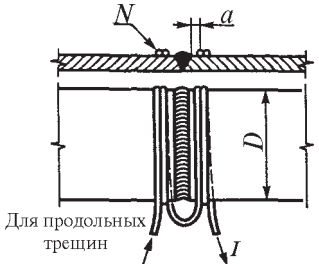
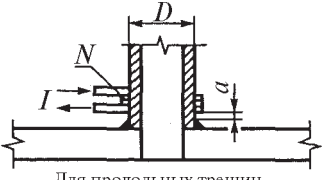
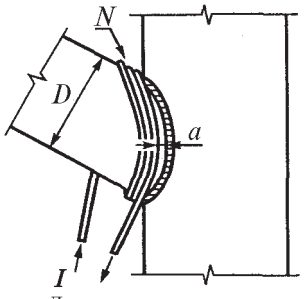
	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$ $b \approx 90^\circ$
	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$

	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$
	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$

$I \geq 5$  А на 1 мм расстояния между контактами.

Таблица 3

Типичные способы намагничивания кабелями или катушками

 <p>Для продольных трещин</p>	$20 \leq a \leq 50$ $NI \geq 8D$
 <p>Для продольных трещин</p>	$20 \leq a \leq 50$ $NI \geq 8D$
 <p>Для продольных трещин</p>	$20 \leq a \leq 50$ $NI \geq 8D$

- $N$  — число витков;  
 $I$  — сила тока (эффективное значение);  
 $a$  — расстояние между сварным швом и кабелем или катушкой.

Нанесение средства контроля

После подготовки контролируемого объекта для контроля средство контроля наносится обрызгиванием или напылением непосредственно перед и во время намагничивания. Промежуток времени после намагничивания должен быть достаточным для формирования индикаторных рисунков. При контроле мокрыми средствами намагничивание должно продолжаться

до тех пор, пока основная часть средства контроля не будет удалена, но при этом не должны смываться индикаторные рисунки.

В зависимости от свойств материала, то есть от состояния наружной поверхности и магнитных свойств, индикаторные рисунки, как правило, сохраняются из-за наличия остаточной намагниченности после отключения намагничивания. Но поскольку величину остаточного магнитного поля предсказать нельзя, то остается только предполагать, что после отключения намагничивания индикаторные рисунки сохранятся.

## ОБЩИЙ КОНТРОЛЬ

Если имеется предварительная договоренность, то полная проверка чувствительности метода производится на месте. Проверка должна обеспечить правильную установку всех параметров контроля, включая прибор, величину и направление намагничивания, состояние контролируемой поверхности, средство контроля и условия рассмотрения индикаторных рисунков. Самая надежная проверка выполняется на контрольных образцах, которые обычно содержат естественные несплошности известных видов, расположения, величины и распределения размеров. В их отсутствие можно применять эталонные объекты с искусственными несплошностями или эталоны типа «крест» или «пленка». Контролируемые объекты должны быть размагничены и свободны от индикаторных рисунков, оставшихся от предыдущего контроля.

## АРТЕФАКТЫ (ЛОЖНЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ РИСУНКИ)

Ложные индикаторные рисунки, перекрывающие важные индикаторные рисунки, могут возникать по разным причинам, например на прижогах и перепадах магнитной проницаемости в зоне термического влияния. Если опасаются такого перекрытия, то контролируемую поверхность нужно дополнительно обработать или применить другие методы контроля.

## РАЗМАГНИЧИВАНИЕ

После контроля сварного шва намагничиванием переменным током остаточное намагничивание обычно невелико, поэтому, как правило, размагничивание не требуется.

Если размагничивание требуется, то должно быть соглашение о способе и величине напряженности размагничивающего магнитного поля\*.

## ВЛИЯНИЕ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ

### Состояние наружной поверхности и подготовка наружной поверхности

Максимально достижимая чувствительность магнитопорошкового контроля зависит от многих параметров, но особенно сильно на нее влияют шероховатость наружной поверхности контролируемого объекта и другие несплошности. В отдельных случаях полезно:

шлифовать сварной шов до исчезновения неровностей;

устранить или уменьшить возвышение сварного шва над основным материалом.

Наружную поверхность с тонким ферромагнитным покрытием, например лаком, можно контролировать, если этот слой непрерывный и его толщина не превосходит 50 мкм. При большей толщине чувствительность контроля уменьшается в несколько раз. Может оказаться необходимым в зависимости от требуемой чувствительности контроля проверять чувствительность до выполнения контроля.

---

\* Для обработки в целях снятия напряжений рекомендуется типовая остаточная напряженность магнитного поля  $P = H \leq 0,4 \text{ кА/м}$ .

### **Свойства устройств намагничивания**

Намагничивание переменным током позволяет получать наибольшую чувствительность обнаружения несплошностей на наружной поверхности. Ручные магниты создают достаточное намагничивание в простых стыковых сварных швах. Если магнитный поток уменьшен из-за воздушного зазора или большого пути, как, например, в угловом шве, то чувствительность может уменьшиться.

Намагничивание ручным магнитом может оказаться непригодным, например, при угловых швах с углом меньше  $90^\circ$  между свариваемыми частями. Лучшие результаты в этих случаях дает обычно намагничивание протеканием тока или намоткой кабеля.

### **Напряженность магнитного поля и магнитная проницаемость**

Напряженность магнитного поля, требуемая для создания индикаторного рисунка, существенно зависит от магнитной проницаемости материала. Обычно магнитная проницаемость в магнитомягких сталях (низколегированных сталях) высока, а в магнитотвердых сталях (например, мартенситных сталях) мала. Поскольку магнитная проницаемость зависит от намагничивания, то материалы с малой магнитной проницаемостью требуют большего намагничивания для создания одинаковой магнитной индукции, чем магнитомягкие стали. Поэтому необходимо убедиться, что магнитная индукция достаточна для контроля.

### **Средство контроля**

Для обнаружения несплошностей на наружной поверхности чувствительность контроля мокрым средством обычно выше, чем чувствительность контроля сухим средством.

Как правило, чувствительность контроля флуоресцирующим средством выше, чем цветным средством, так как контраст между темным фоном и флуоресцирующим индикаторным рисунком выше. При использовании флуоресцирующего средства контроля уменьшается чувствительность контроля наружных поверхностей с увеличенной шероховатостью, так как магнитные частицы прилипают и увеличивают фоновую флуоресценцию. Если нельзя достаточно уменьшить освещенность или если мешает фоновая флуоресценция, то лучшие результаты контроля получают цветными средствами контроля из-за сглаживающего действия цветной составляющей.