

## Неразрушающий бесплёночный контроль сварного соединения образца броневой пластины с использованием рентгеновского излучения

Процесс работы включал в себя позиционирование броневой стальной пластины толщиной 10 мм между детекторным модулем и источником рентгеновского излучения в трех положениях (см. рис. 1), т.к. чувствительная зона детекторного модуля составляет 100х50 мм<sup>2</sup>. Таким образом, в процессе сканирования была охвачена вся длина сварного шва (210 мм). Расстояние между источником и детектором составило примерно 300 мм. Расстояние между пластиной и детектором – 10 мм. Размер фокусного пятна рентгеновского источника 2х2 мм<sup>2</sup>.

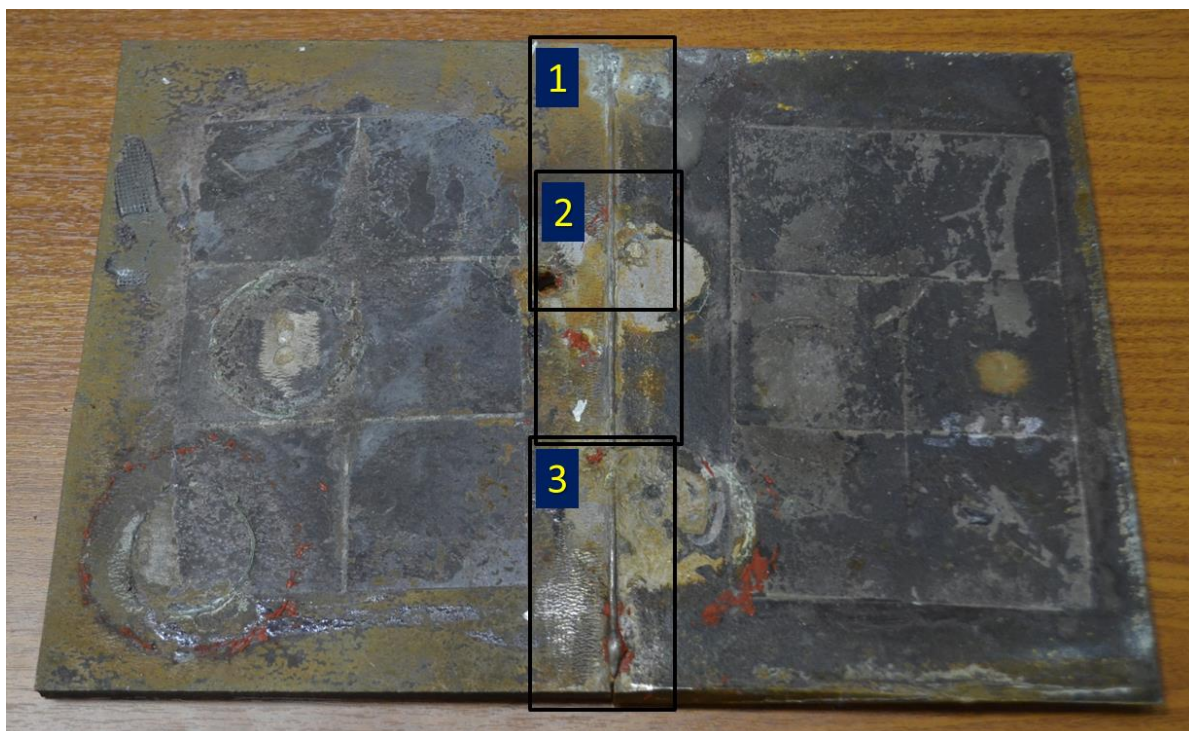


Рис. 1. Зоны сканирования сварного шва броневой пластины

Для подбора оптимальных условий были выполнены снимки первой зоны с тремя разными параметрами:

1. Напряжение 110 кВ;  
Ток 0,5 А;  
Время 2 секунды.
2. Напряжение 100 кВ;  
Ток 0,5 А;  
Время 4 секунды.
3. Напряжение 90 кВ;  
Ток 0,5 А;  
Время 7 секунд.

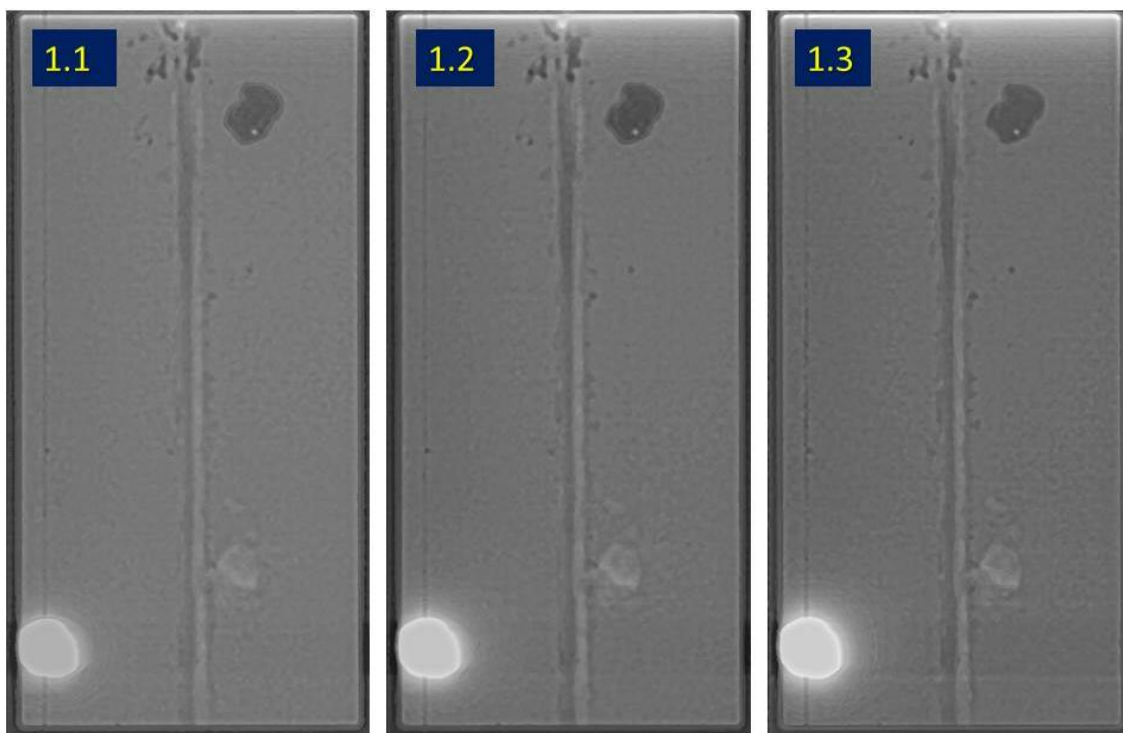


Рис. 2. Рентгеновский снимок первой зоны с разными параметрами

По снимкам видны незначительные отличия, и в качестве рабочих параметров для сканирования последующих зон пластины были выбраны параметры с меньшим напряжением (№1.3 на рис. 2) из-за лучшей контрастной чувствительности и пониженного радиационного фона.

Также были выполнены дозиметрические измерения на расстоянии 5-ти метров от рентгеновского источника во всех трех случаях:

- в первом случае показания дозиметра превышали естественный фон примерно в три раза (0,06 мР/ч или 0,6 мкЗв/ч);
- во втором случае превышение естественного фона составило в два раза (0,03 мР/ч или 0,3 мкЗв/ч);
- в третьем случае – соответствовало естественному фону.

На рисунке 3 изображена **первая** зона сканирования в двух исполнениях: фотография и рентгеновский снимок. На снимке основная область пластины имеет толщину 10 мм и окрашена равномерно. Посередине пластины проходит вертикальный сварной шов, на котором выделяется более толстая зона металла (b) и более тонкая (c). В зоне наплавки прослеживается ярко выраженное светлое маленькое пятно (a), которое говорит о том, что здесь имеется довольно глубокое небольшое по диаметру отверстие, но не сквозное, т.к. на обратной стороне пластины отверстие не наблюдается. Также здесь имеются пулевая выбоина (d) и пулевое сквозное отверстие (e).

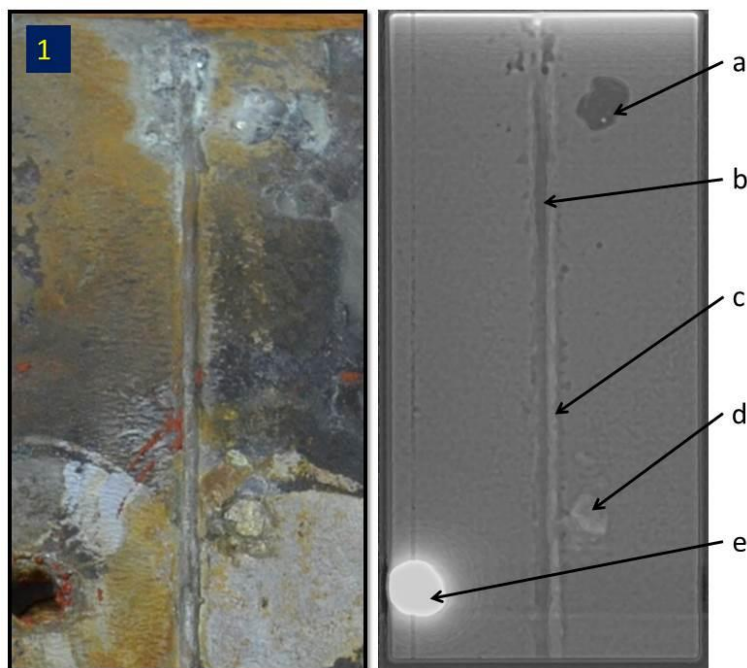


Рис. 3. Первая зона сканирования

На рисунке 4 изображена **вторая** зона сканирования в двух исполнениях: фотография и рентгеновский снимок. Она охватывает те же характерные точки, что и первая зона за исключением того, что ниже сквозного пулевого отверстия выделяется еще одна пулевая выбоина.

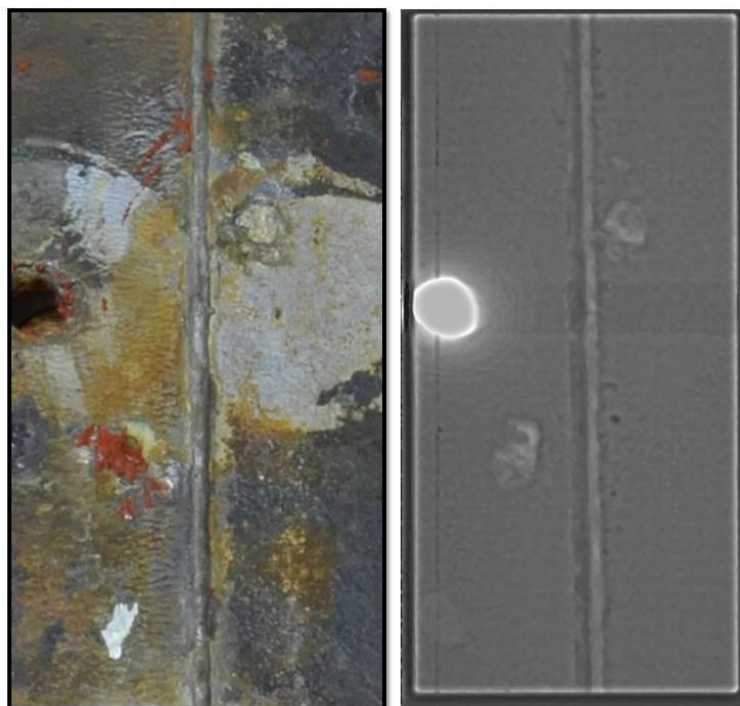


Рис. 4. Вторая зона сканирования

На рисунке 5 изображена **третья** зона сканирования в двух исполнениях: фотография и рентгеновский снимок. В этой зоне имеются две пулевые выбоины (b), одна из которых сколола часть сварного шва. Также здесь были размещены два эталона чувствительности:

- канавочный эталон чувствительности №1 (a), на котором читаются шесть канавок из шести (глубина шестой канавки 80 мкм), соответственно на пластине толщиной 10 мм возможно по видимому контрасту выявлять дефекты величиной более 80 мкм;

- проволочный эталон чувствительности №12 (с), на котором читаются пять проволок из семи (диаметр пятой проволоки 160 мкм). Диаметры шестой и седьмой проволок 125 мкм и 100 мкм соответственно, и их на снимке не видно по причине того, что фокусное расстояние между источником и детектором сравнительно небольшое при данном размере фокусного пятна. Также детектор оптимизирован для второго класса чувствительности по ГОСТ 7512-82 и обеспечивает выявление дефектов на уровне 2% от толщины материала, что мы по факту и наблюдаем.

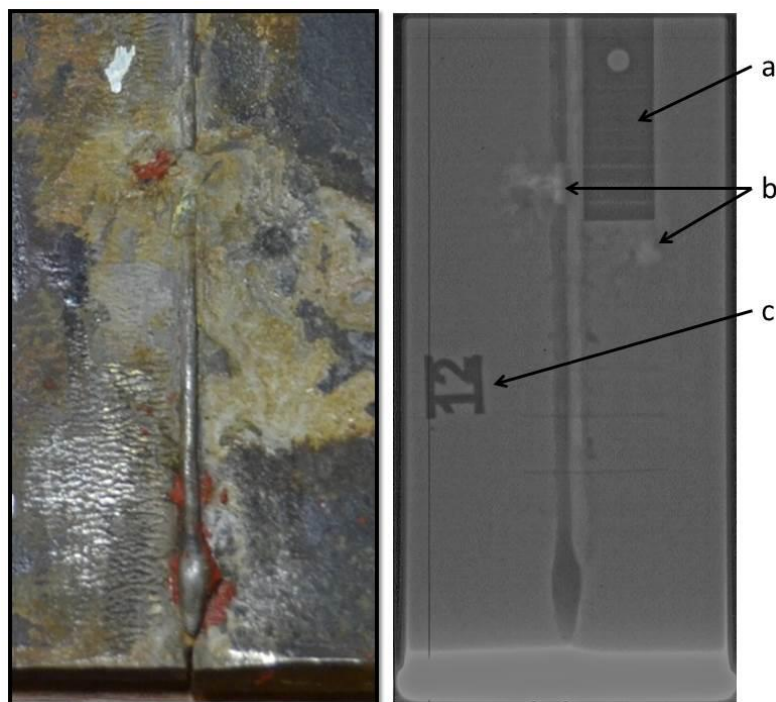


Рис. 5. Третья зона сканирования

В результате можно сказать, что сварной шов выполнен довольно качественно без пустот за исключением того, что при данном методе сварки происходит частичное оттягивание основного металла в зону шва, что приводит к незначительному утоньшению основного металла в околошовной зоне (на снимках более тонкая зона расположена преимущественно справа от линии шва).

Метод сканирования броневой пластины с использованием рентгеновского излучения не требует подготовки поверхности образца. Помимо этого, по сравнению с пленочным рентгеновским методом, в данном методе мощность радиационной дозы снижена в десятки раз.

Таким образом, установка может быть использована для оперативного контроля качества сварных соединений и отработки технологии сварки броневых сталей в режиме реального времени.



ООО «РаДиаТех»

Радиационные диагностические технологии

Россия, 188300, Ленинградская обл., г. Гатчина, а/я 164

E-mail: [rdt@radiatech.ru](mailto:rdt@radiatech.ru) **radiatech.ru**