

КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ  
по дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ  
СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ»**

лекция №24

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры «ОиТСП»

БЕНДИК Татьяна Ивановна

# СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ №24

- **Тема 16.** Особенности основных дефектов при сварке давлением.
- Природа возникновения дефектов при различных способах сварки, меры
- Характеристика способов контроля. Особенности их применения. их предупреждения.

Существующий уровень технологии и сварочного оборудования не может гарантировать полное отсутствие дефектов в сварных соединениях. Их возникновение связано с воздействием на процесс сварки различного рода случайных возмущений, которые обычно разделяют на возмущения от произвольных отклонений технологических факторов (подготовка поверхности деталей, площадь рабочей поверхности электродов, шунтирование сварочного тока, наличие сборочных зазоров, недостаточно прочное закрепление деталей в зажимах стыковой машины и т. п.) и на возмущения от произвольных колебаний параметров режима сварки во время работы сварочного оборудования.

Следует отметить также, что иногда невысокий уровень технологичности спроектированного изделия увеличивает вероятность возникновения дефектов.

Для своевременного обнаружения и принятия технических и организационных мер по предупреждению дефектов необходим систематический контроль всех звеньев производства сварных узлов: в стадии проектирования конструкции; при выполнении операций, сопутствующих сварке; собственно сварочных операций; сварочного оборудования, а также квалификации наладчиков и сварщиков.

| Дефект  | Способ обнаружения  | Наиболее вероятная причина образования  | Способы исправления дефекта  |
|---|---|---|--|
| <b>при точечной и шовной сварке</b>                                 |   |   |  |
| <b>Непровар</b><br>отсутствует или мала зона взаимного проплавления | Внешний осмотр. Местное отгибание кромки при малой толщине деталей. Испытание на герметичность.<br>Рентгеноскопия | Отклонения в режиме сварки. Увеличение рабочей поверхности электродов. Велики зазоры между деталями. Велика толщина плакировки. Шунтирование тока | Постановка двух новых точек рядом с дефектной. Повторная сварка по дефектной точке, шву. Вы сверливание дефектной точки, постановка заклепки. Разделка шва и сварка плавлением |
| <b>Дефекты литой зоны шва</b> (раковины, трещины, поры)             | Физические методы контроля  | Велика скорость шовной сварки. Отклонения в режиме сварки   | Повторная сварка по дефектной точке или шву. Вы сверливание дефектной точки, постановка заклепки, или сварка плавлением  |
| <b>Внутренний выплеск</b>   | Внешний осмотр. Физические методы контроля  | Отклонения в режиме сварки. Велики сборочные зазоры. Плохая подготовка поверхности  | Удаление выплеска специальным инструментом   |
| <b>Хрупкость сварного соединения</b><br>(н/л стали)                 | Внешний осмотр. Изменение твердости   | Неправильно выбран термический цикл сварки  | Общий отпуск детали или сварной точки в электродах   |
| <b>Негерметичность сварного шва</b>                                 | Проверка на герметичность   | Отклонения в режиме сварки, в частности увеличение скорости сварки и длительности паузы. Увеличение рабочей поверхности электродов                | Повторная сварка по дефектной точке или шву. Вы сверливание дефектных точек или разделка шва и сварка плавлением   |

| Дефект   | Способ обнаружения   | Наиболее вероятная причина образования   | Способы исправления дефекта                |
|--|--|--|--|
| <b>при точечной и шовной сварке</b>                            |  |  |  |
| <b>Разрывы у кромок нахлестки.</b>                             | Внешний осмотр через лупу или невооруженным глазом                 | Сварная точка расположена слишком близко от края детали (недостаточна нахлестка).  | Повторная сварка по дефектной точке, шву.  |
| <b>Глубокие вмятины от электрода</b>                           | Внешний осмотр. Измерение глубины вмятин индикатором часового типа | Слишком малый размер (диаметр или радиус) рабочей части электрода, чрезмерно большое ковочное усилие, неправильно установленные электроды, слишком большие размеры литой зоны.   | Зачистка специальным инструментом          |
| <b>Наружный выплеск (выход металла на поверхность детали).</b> | Внешний осмотр.  | включение токового импульса при несжатых электродах, слишком большое значение сварочного тока или продолжительности импульса, недостаточное усилие сжатия, перекос электродов относительно деталей, загрязнение поверхности металла. | Удаление выплеска специальным инструментом |
| <b>Смещение литого ядра или его неправильная форма</b>         | Рентгенографический или ультразвуковой контроль                    | неправильно установлены электроды, не очищена поверхность деталей  | Повторная сварка по дефектной точке, шву.  |

**непровар**

**прожог**

**поры и раковины**

**выплеск**

**загрязнения**

**расплющивание электродов**

**шунтирование тока**

**неправильная отбортовка кромок**

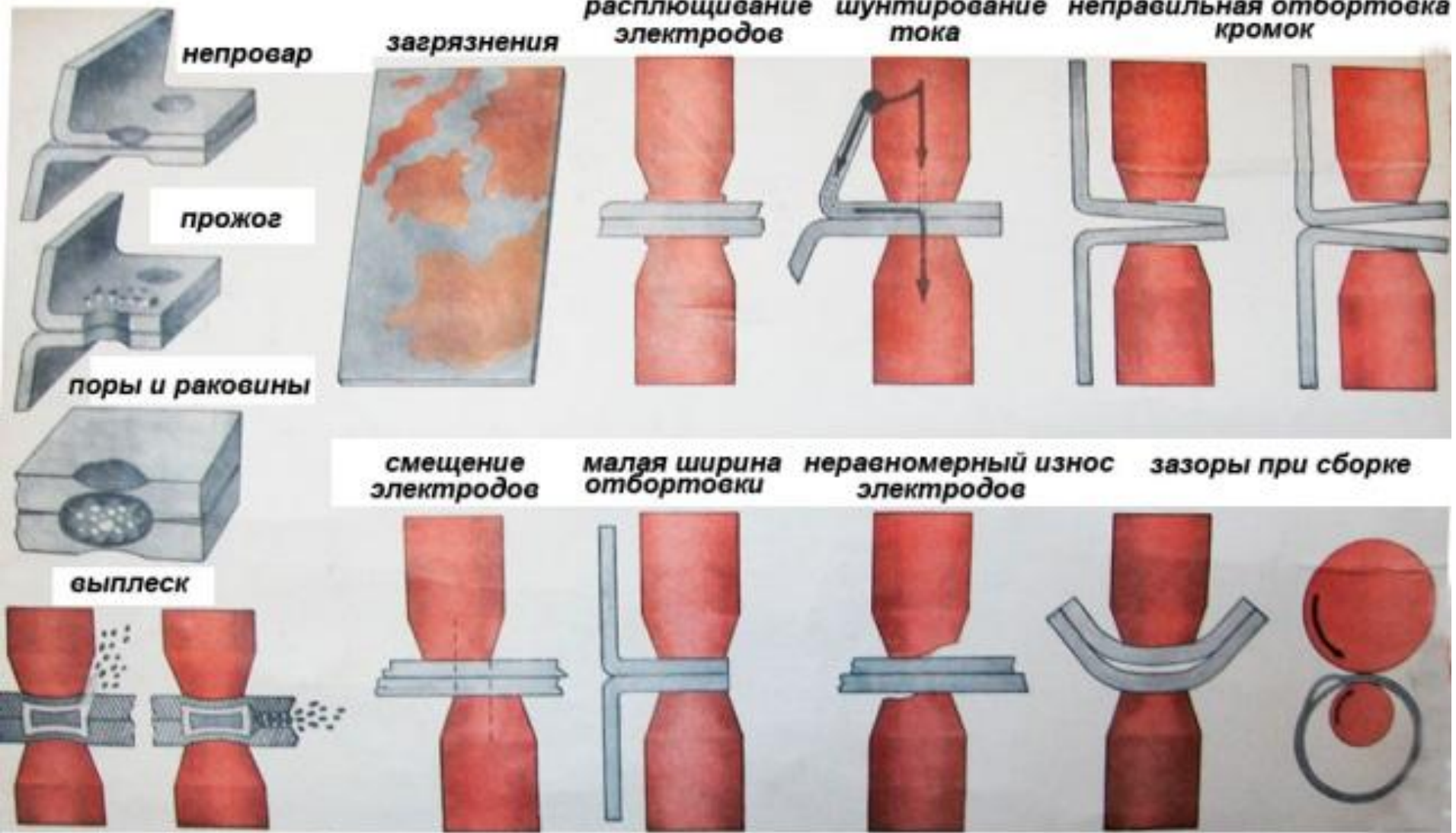
**смещение электродов**

**малая ширина отбортовки**

**неравномерный износ электродов**

**зазоры при сборке**

**наружный внутренний**



| Дефект   | Способ обнаружения                         | Наиболее вероятная причина образования дефекта   | Способы исправления дефекта                   |
|--|--|--|---|
| <b>при стыковой сварке</b>   |  |  |   |
| <b>Внутренние дефекты сплошности (непровары, посторонние включения, трещины, раковины)</b> | Внешний осмотр. Физические методы контроля | Отклонения в режиме сварки. Недостаточный разогрев при оплавлении. Недостаточная осадка. Неустойчивое оплавление перед осадкой | -   |
| <b>Дефекты структуры (перегрев, пережог)</b>   | Внешний осмотр. Изменение твердости        | Мала скорость оплавления. Преждевременное выключение тока  | Дополнительная термообработка (при перегреве) |

*непровар*



*прожог*



*смещение торцов*



*трещины*



*загрязнения торцов*



*черезмерно большой ток*



*перекос осей*



*малое усилие сжатия*



*износ зажимных губок*



*плохой контакт с электродами*





Степень влияния дефектов контактной сварки на надежность зависит от их числа и расположения в сварных соединениях. Приемочный уровень дефектности в сварном соединении определяется ответственностью данного соединения в конструкции узла или изделия в целом, т.е. значимостью дефекта. Существуют критический (группа А), значительный (группа Б) и малозначительный (группа В) дефекты.

Критическим называют такой дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо по правилам безопасности.

Например, прожог или поры в точке при сварке обода с диском колеса для бескамерного варианта — критический дефект, так как колесо невозможно накачать.

Группу значимости сварных соединений определяет конструктор узла и технолог-сварщик, что отмечается на чертеже узла, в технических нормативных документах или технических условиях на данное комплектующее изделие, а также на картах сварки по особо важным зонам сварного узла.

Особо ответственные узлы, параметры и характеристики продукции, влияющие на безопасность, выделяются в технической документации и транспарантах на рабочем месте знаком «!». Как правило, такие узлы и параметры подвергают сплошному контролю на автоматах или средствами активного контроля. Остальные узлы или параметры подвергают выборочному контролю. Нормы расхода деталей и узлов на выборочный разрушающий контроль находятся в пределах 0,01... 1 %, составляются отделом методов контроля и утверждаются заместителем директора предприятия по качеству.

В условиях массового производства для деталей всех групп ответственности (А, Б, В) не допускаются прожоги, вмятины более 20%, наружные и внутренние трещины, выплески и пропуски (отсутствие) сварных точек.

По сварным точкам, выполненным на стационарных, подвесных, многоточечных машинах и автоматических линиях, допускаемое количество дефектных сварных точек регламентируется в пределах 3 % общего числа точек узла при условии их равномерного разброса в узле, исключая сварные точки в начале и конце соединения

Методы контроля

Контроль готовых соединений

Контроль в процессе сварки

Образцы технологической пробы

Внешний осмотр

Неразрушающий контроль

Разрушение сварных узлов

По параметрам процесса сварки

По теплофизическим параметрам

По математической модели

С помощью УЗ-волн

Внешний осмотр

Механические испытания

Металлографический контроль

Электромагнитный контроль

Рентгенографирование с помощью материалов-свидетелей

Ультразвуковая дефектоскопия

$I_{св}$ ,  $F_{св}$ ,  $t_{св}$ ,  $\omega_{св}$  и др.

Тепловое расширение металла

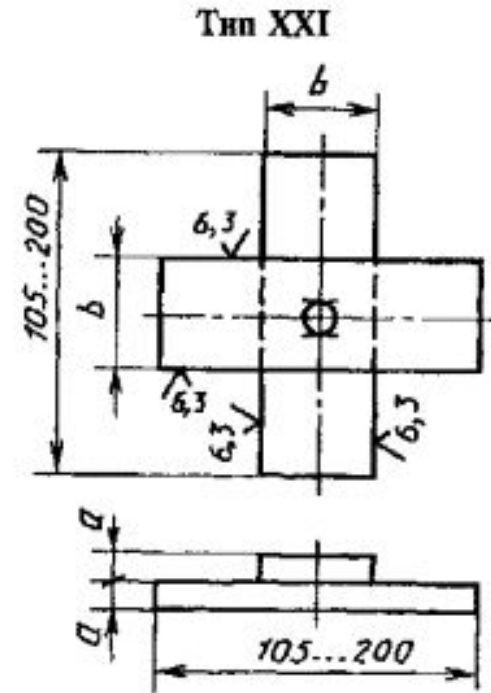
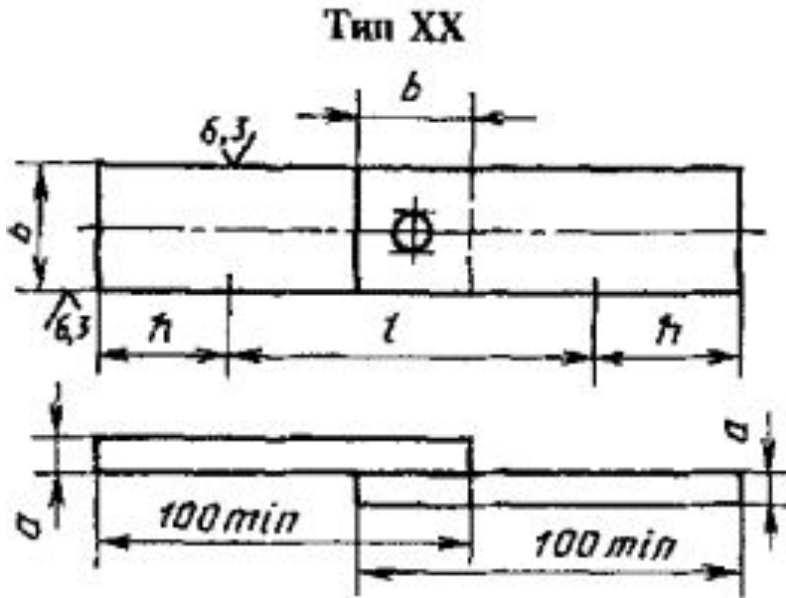
Температура поверхности

Эмиссия акустических волн

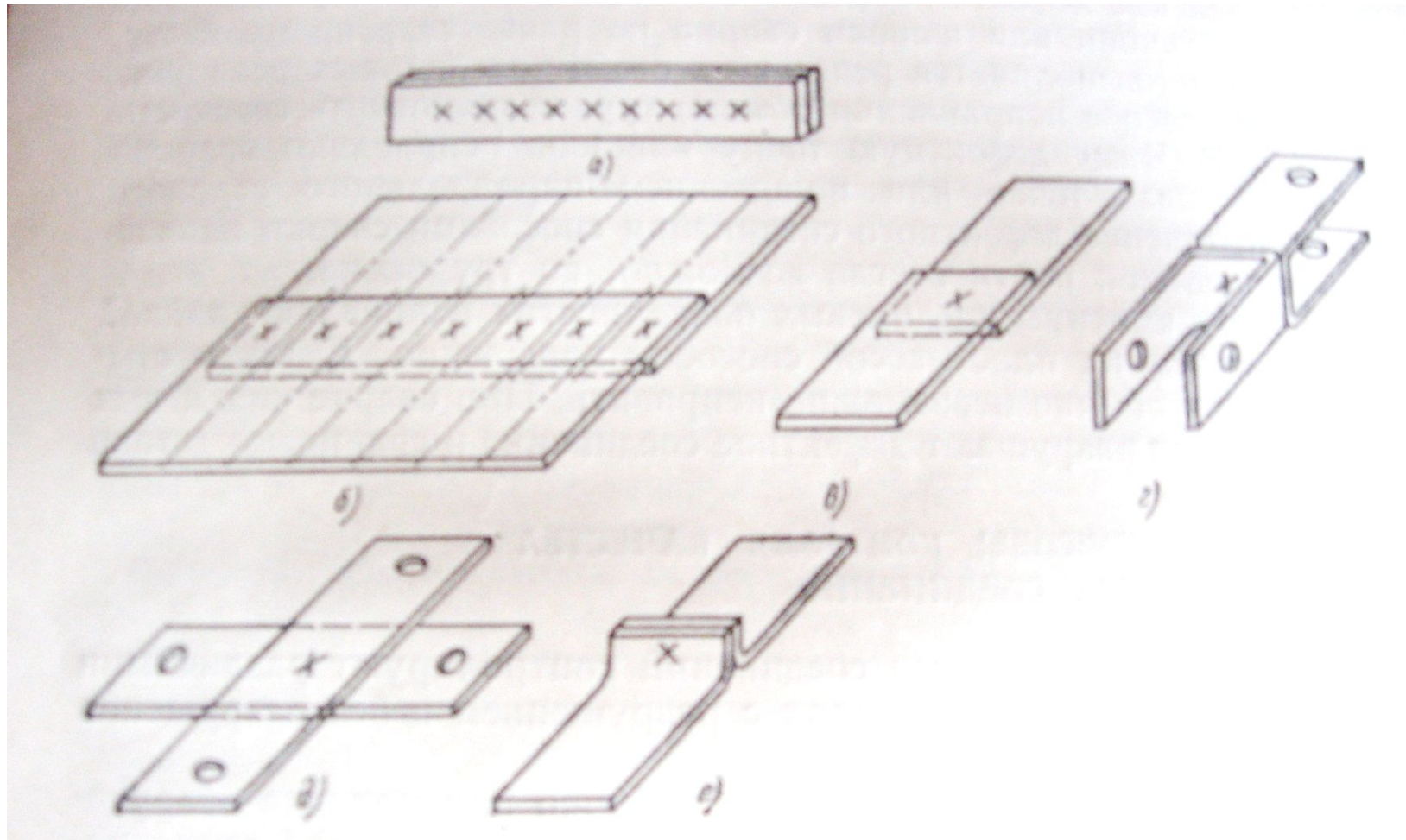
Отражение УЗ-волн (эхо-метод)

Прохождение УЗ-волн (теневой метод)

По ГОСТ 6996-66 сварные соединения, выполненные точечной сваркой, испытывают на срез путем растяжения образца типа XX, или на отрыв растяжением образца типа XXI

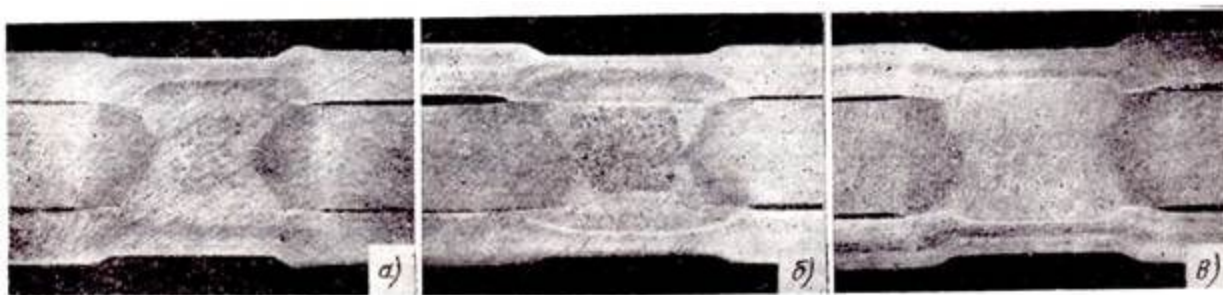


| Толщина основного металла $a$ | Ширина образца $b$ , не менее |
|-------------------------------|-------------------------------|
| До 1 включ.                   | 20                            |
| Более 1 до 2 включ.           | 25                            |
| « 2 « 3 «                     | 30                            |
| « 3 « 4 «                     | 35                            |
| « 4 « 5 «                     | 40                            |
| « 5                           | 45                            |

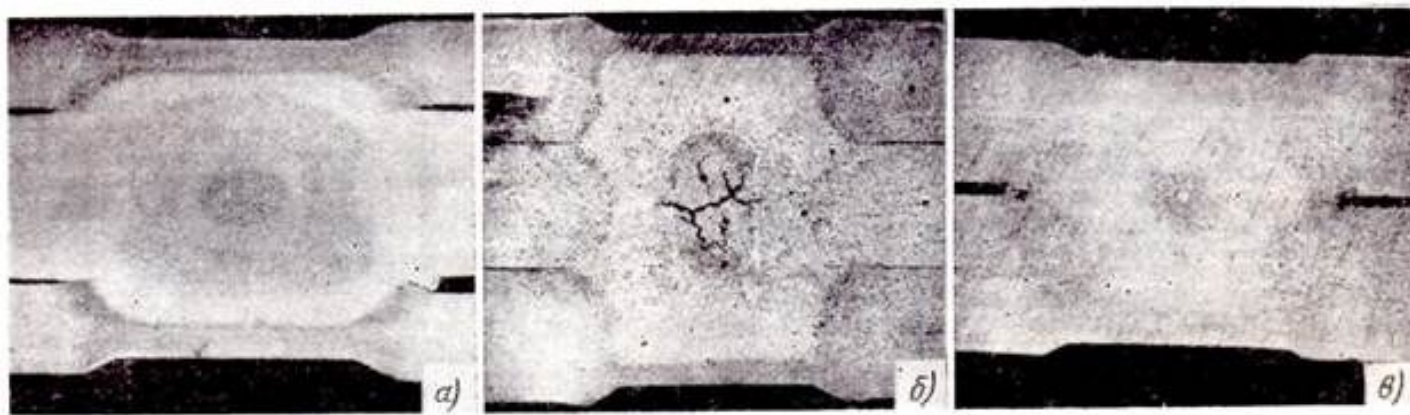


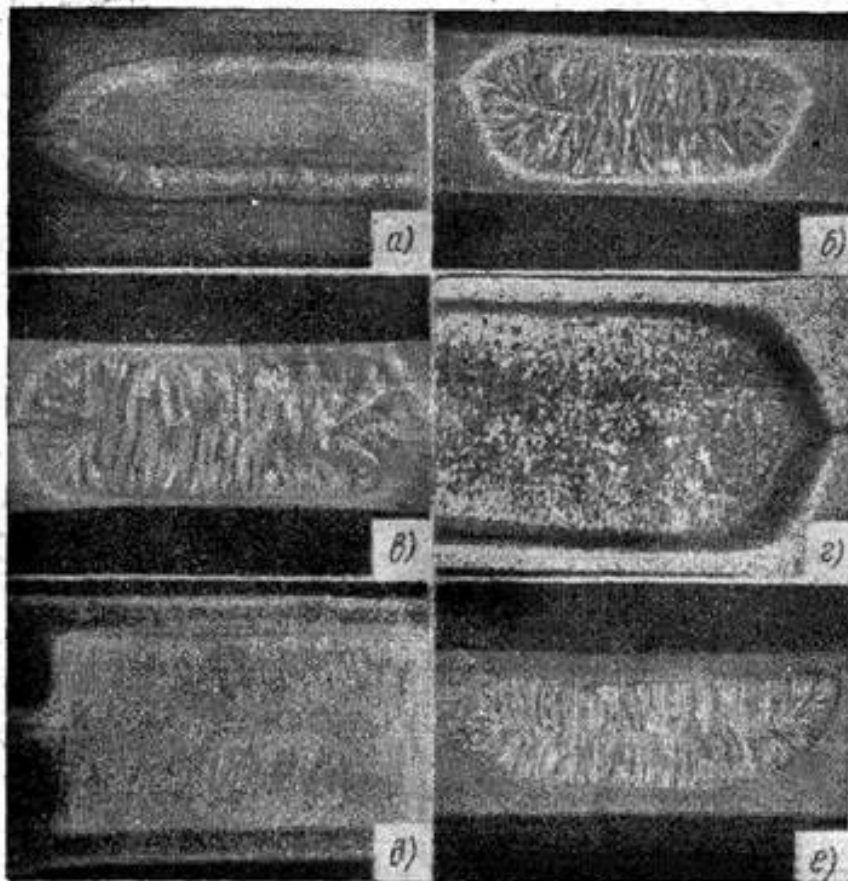


Макрошлифы образцов, заваренным с различным шагом на одном режиме

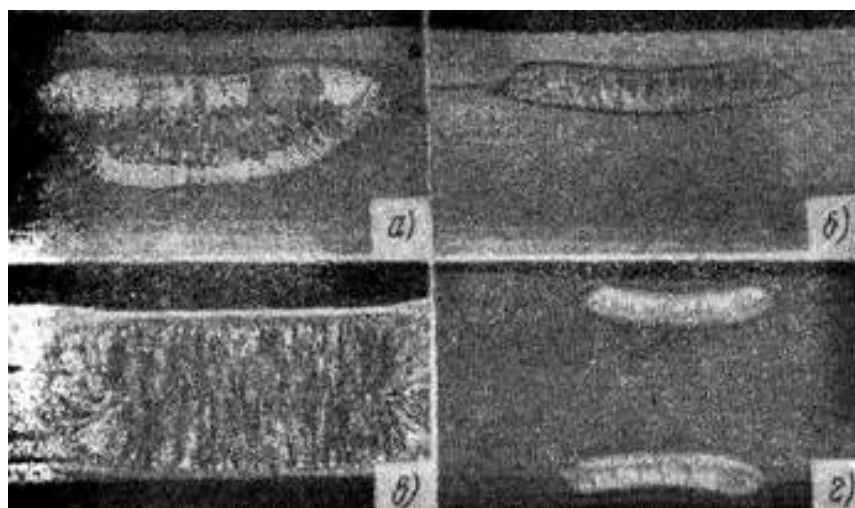


Макрошлифы образцов различных толщин: а – 12+20+12 мм; б – 16+16+16 мм в – 20+20 мм

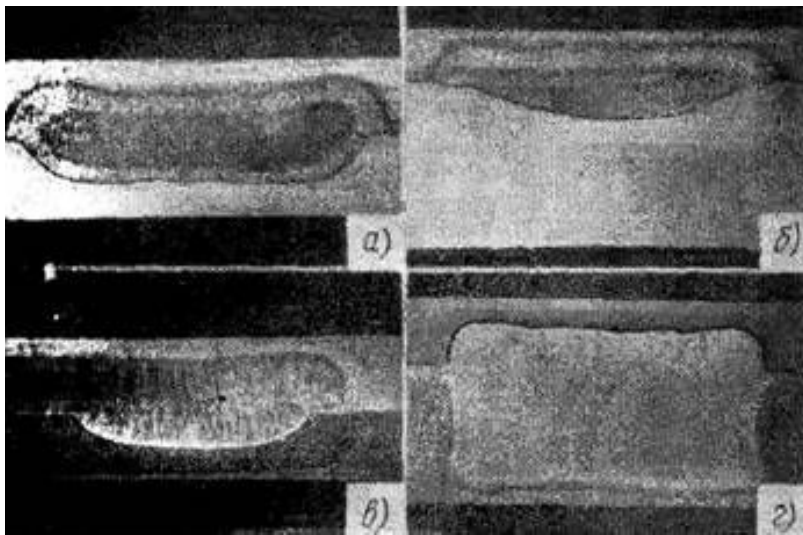




Макроструктура точечных соединений равной толщины:  
 а — сплав Д16АТ;  
 б — латунь Л62;  
 в — титан ОТ4;  
 г — сталь 30ХГСА;  
 д — сталь ВНС5;  
 е — сталь Х18Н9Т  
 (односторонняя сварка)



Макроструктура точечных соединений неравной толщины:  
 а — сплав АМцАМ;  
 б — сталь Х18Н9Т;  
 в — титан ОТ4;  
 г — сталь



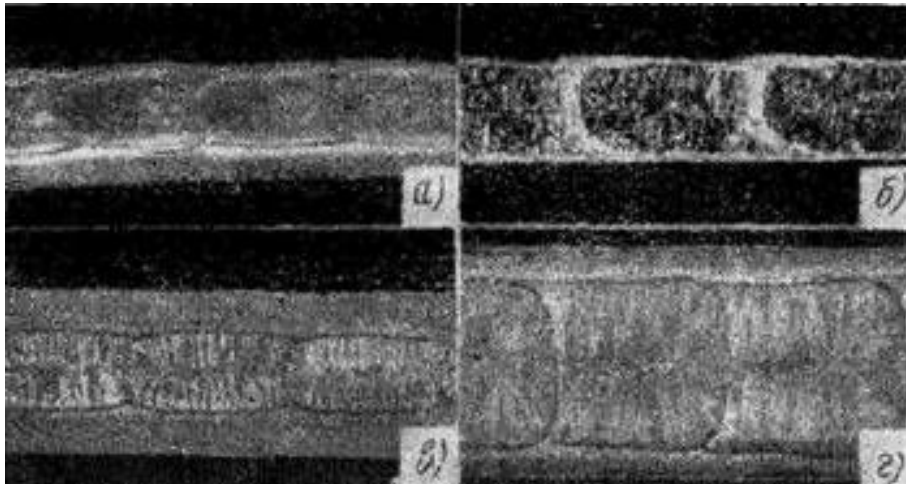
Макроструктура сварных соединений  
разноименных металлов:

а – сплавы Д16ФЕ и АМцАМ;

б — сплавы В95АТ и АМгАМ;

в — стали Х18Н19Т и 30ХГСА;

г — стали ВНС-2 и ВНС-5



Макроструктура роликовых  
соединений:

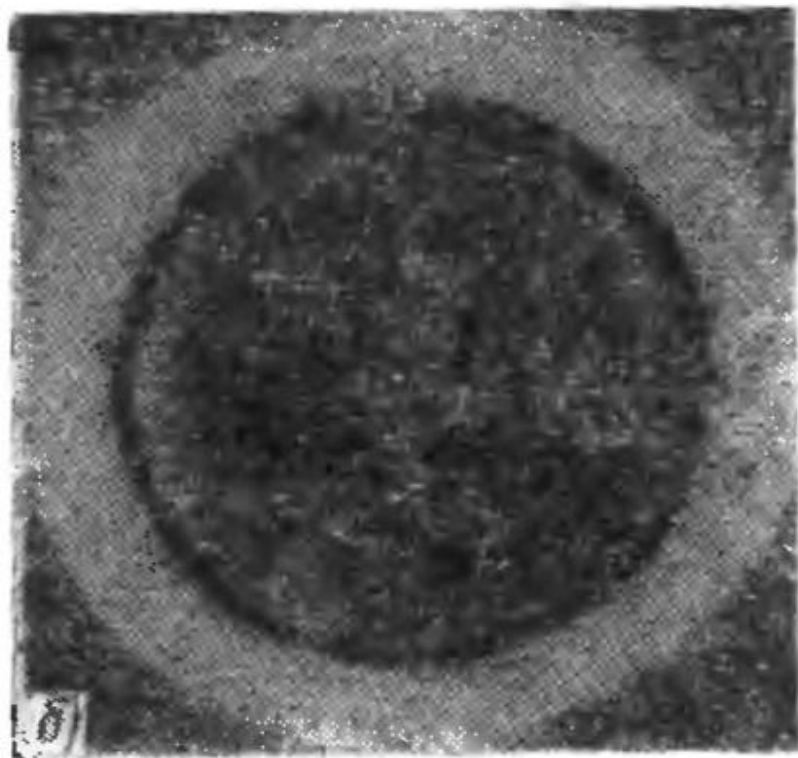
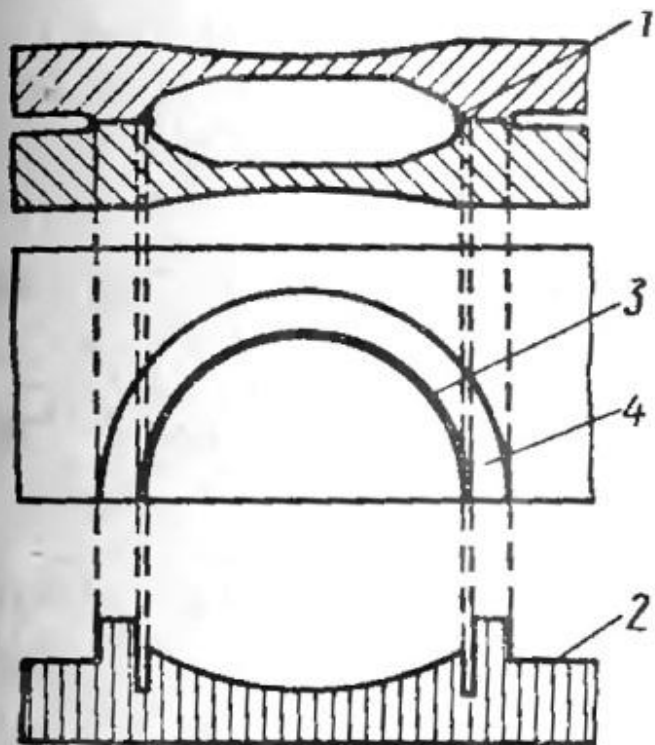
а – сплав АМг6;

б – латунь Л62;

в – сталь Х18Н9Т;

г – сплав ВТ15

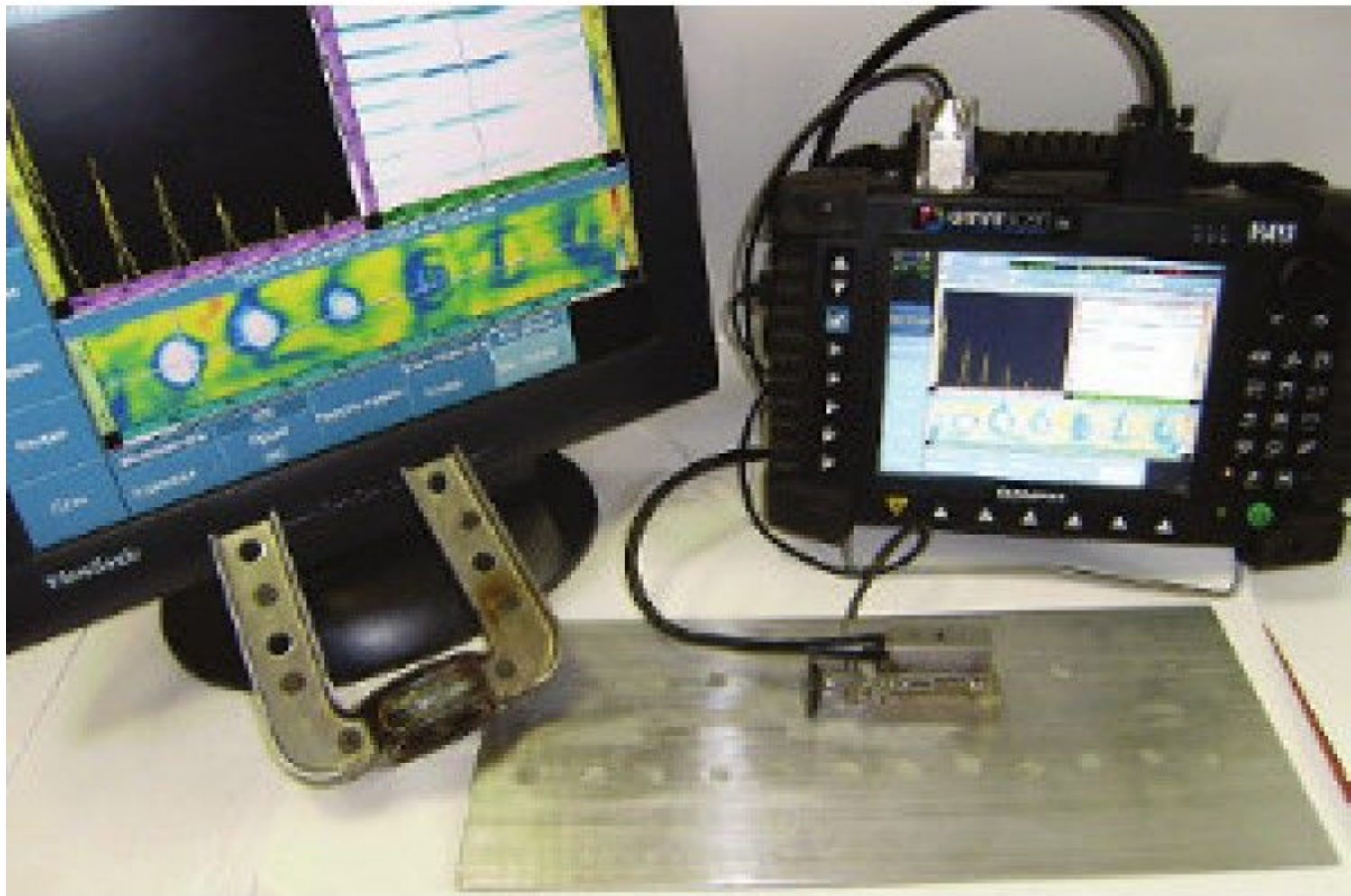


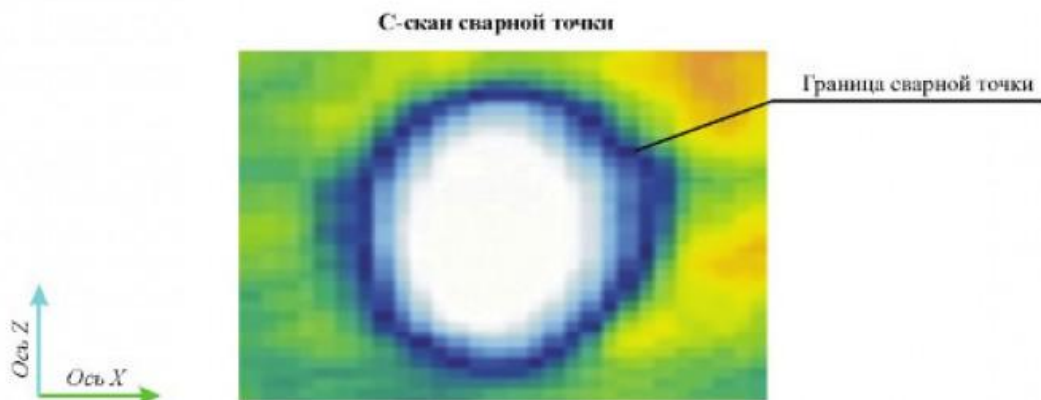
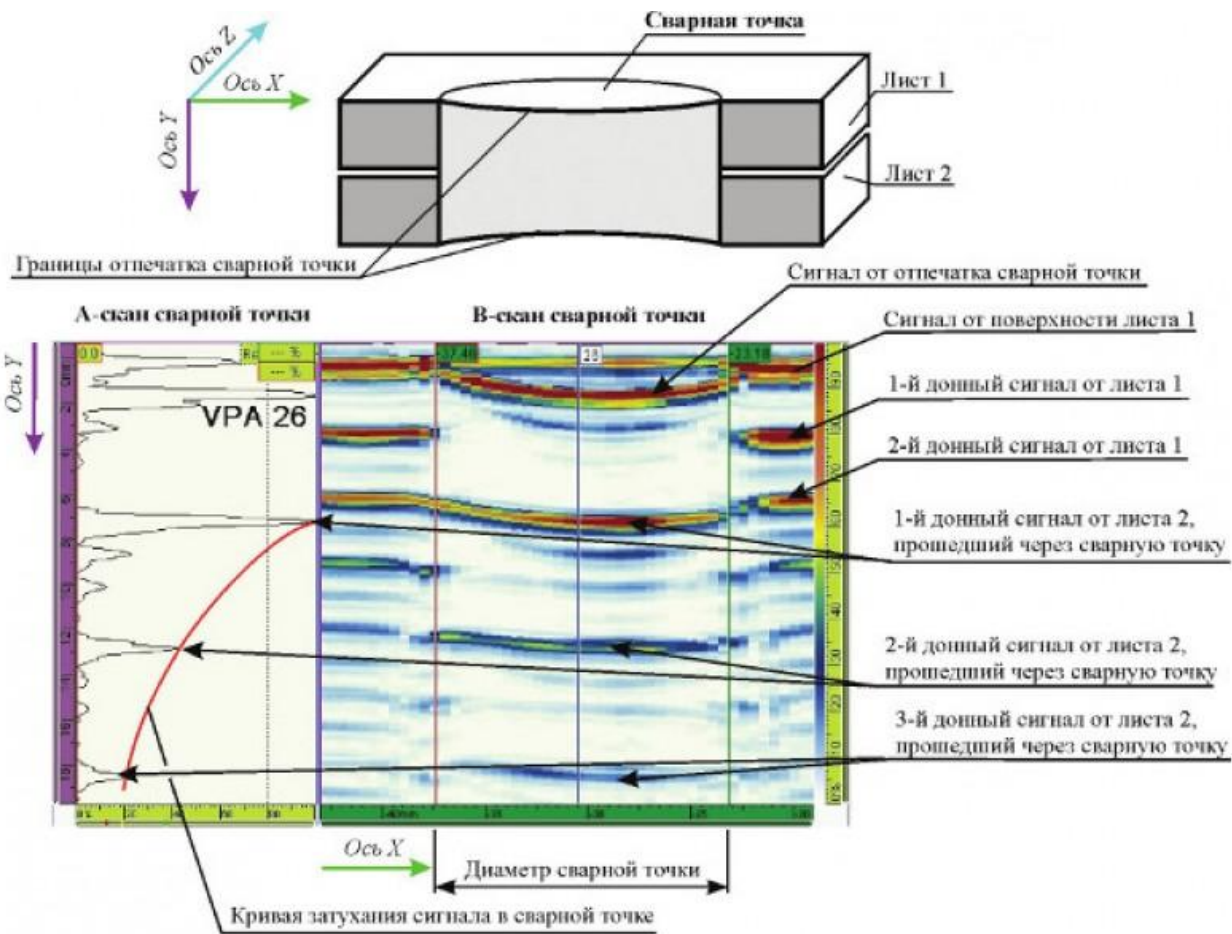


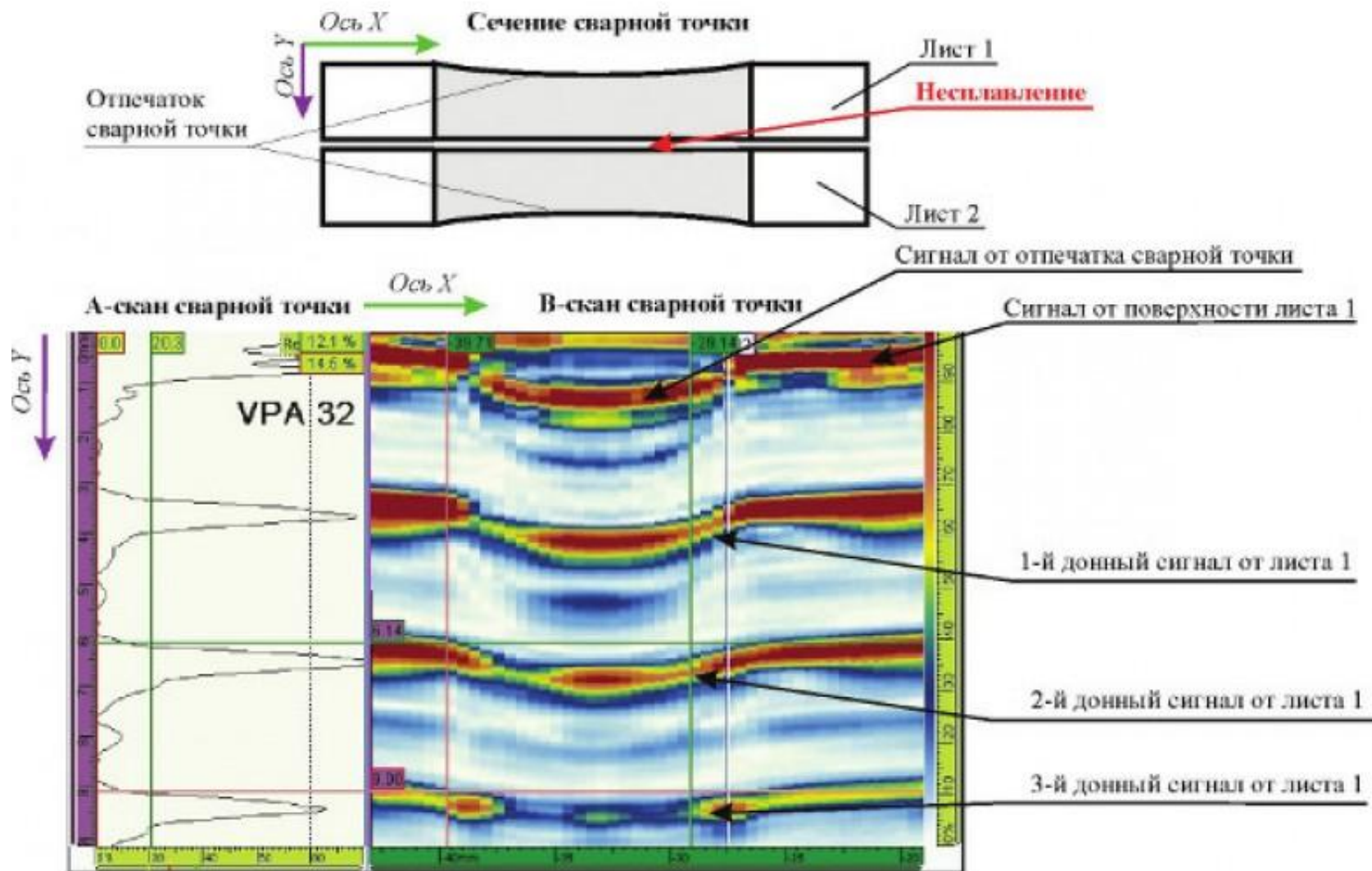
а)

Рис. 11.3. Рентгеноскопия соединений из сплава Д16Т, сваренных точечной сваркой:

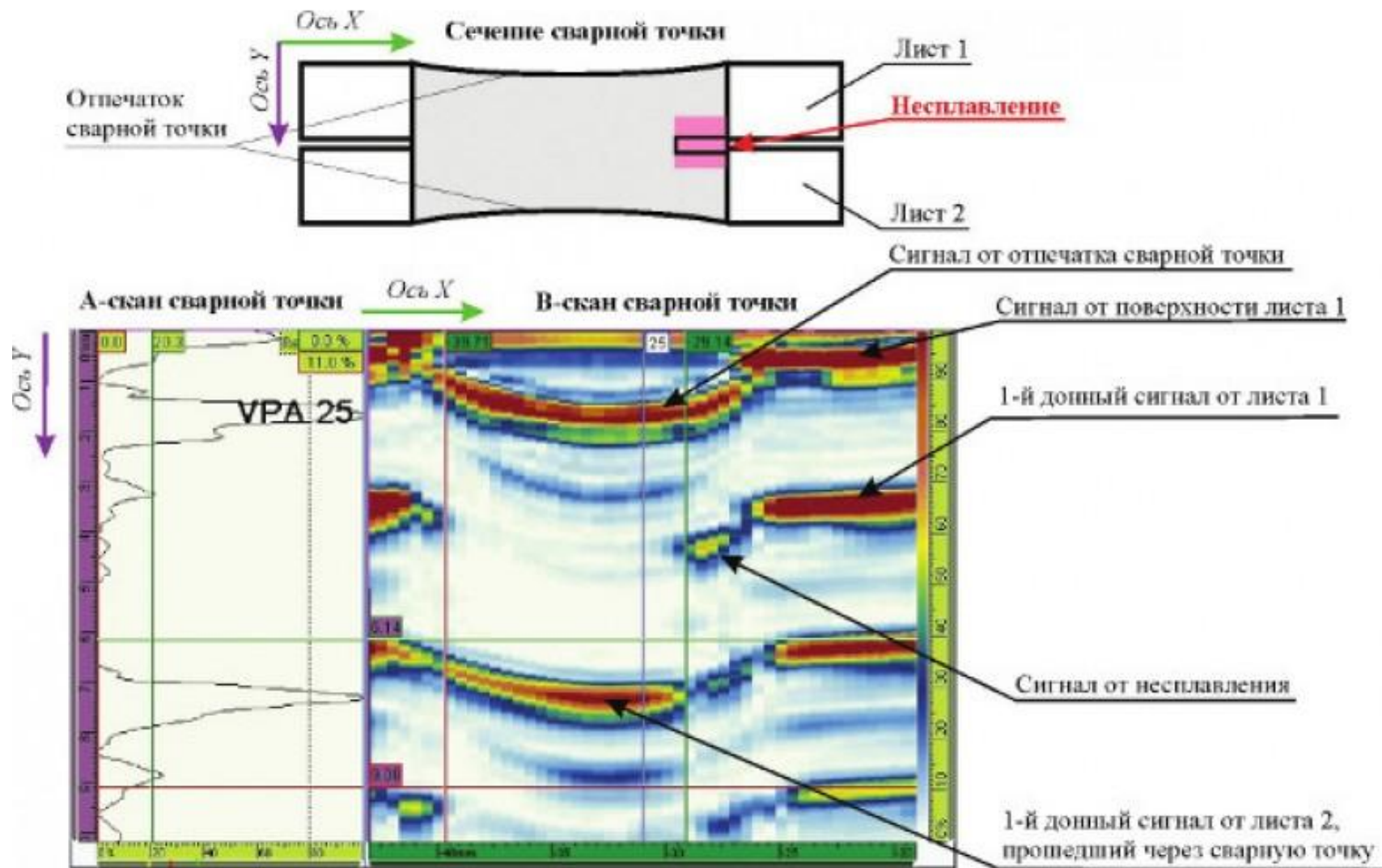
а — схема образования светотеневой картины на рентгенограмме (негатив): 1 — место скопления алюминия; 2 — диаграмма интенсивности рентгеновских лучей; 3 — темное кольцо; 4 — светлое кольцо; б — рентгенограмма (негатив)



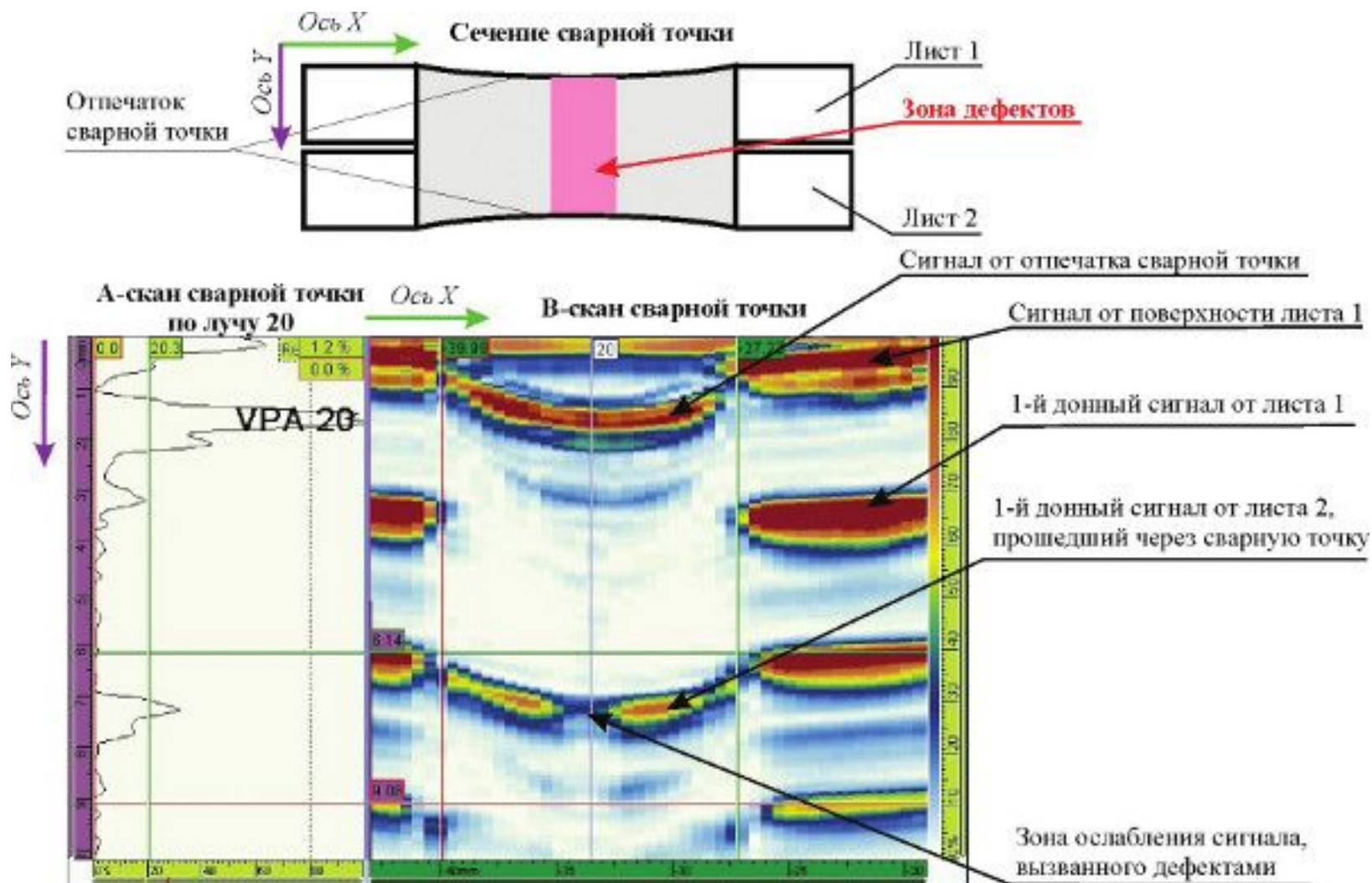




По всему сечению сварной точки обнаружено несплавление, что видно по наличию донного эхо-сигнала от листа 1 под всем отпечатком сварной точки

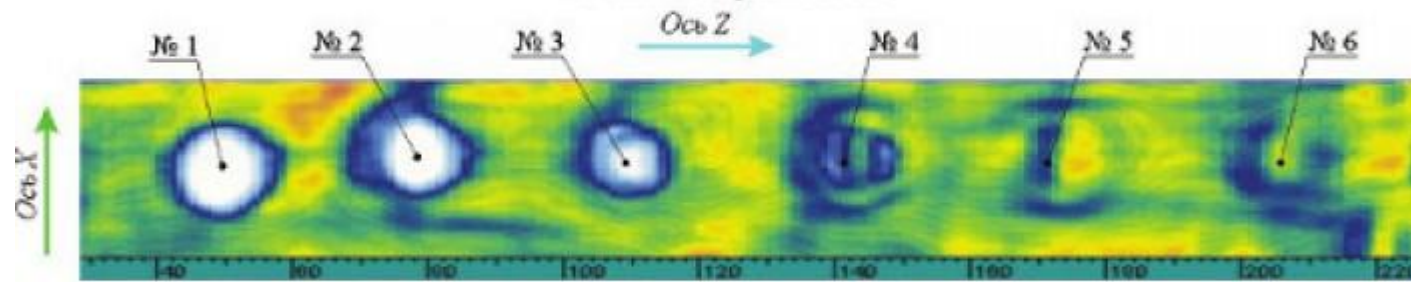


В сечении сварной точки выявлено частичное несплавление длиной около 2,5 мм от правой границы отпечатка, что видно по наличию донного эхо-сигнала от листа 1 (сигнала от несплавления) в данной области



В центральной части сварной точки выявлено скопление небольших дефектов типа пор или трещин диаметром около 2 мм. Это можно определить по аномально высокому ослаблению донного эхо-сигнала, прошедшего через данную область сварной точки

С-сканы сварных точек



Значительная часть методов контроля основана на измерении параметров сварочного процесса, что позволяет определить степень отклонения основных показателей режима сварки от установленных значений и тем самым оценить качество получаемого сварного соединения. Такими основными параметрами являются сварочный ток  $I_{св}$ , время его включения  $t_{св}$ , усилие сжатия электродов  $F_{св}$ , диаметр рабочей поверхности электродов  $d_{эл}$  при точечной сварке; для шовной сварки существенное значение имеют время паузы между импульсами сварочного тока  $t_{п}$ , скорость перемещения детали  $v_{св}$ , ширина рабочей поверхности ролика  $l_p$ ; стыковая сварка оплавлением дополнительно характеризуется скоростью оплавления  $v_{оп}$ , величиной  $S_{ос}$  и скоростью  $v_{ос}$  осадки.

Технический уровень выпускаемого электросварочного оборудования пока не позволяет устанавливать параметры сварочного режима (кроме  $t_{св}$ ) с помощью регулировочных ручек аппаратуры управления\*. Поэтому оптимальные режимы сварки подбираются по образцам технологической пробы с учетом имеющихся в литературе рекомендаций.



По существу, только геометрические размеры электродов и роликов могут быть измерены стандартными приборами — линейно-угловым инструментом. Все остальные параметры режима требуют для своего измерения нестандартизированных средств измерений.

Для измерения параметров контактной сварки нужны приборы, позволяющие не только осуществить измерение за очень короткий промежуток времени, но и удержать значение измеряемой величины в памяти с тем, чтобы можно было произвести визуальный отсчет по окончании сварки, не беспокоясь об увеличении погрешности отсчета по мере увеличения времени после окончания сварки.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

**КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?**