

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Сопротивление материалов  
машиностроительного профиля»

АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ  
КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ.  
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП  
УД4-Т «ТОМОГРАФИК»

Методическое пособие  
по дисциплине «Не разрушающий контроль качества»  
для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы контроля  
качества и диагностики состояния объектов»

Минск  
БНТУ  
2011

УДК 620.179.1.05(075.8)

ББК 30.3я7

А 44

Авторы:

*Ю.В. Василевич, А.М. Якимович, А.М. Язневич,*

*Е.Ю. Неумержицкая, С.А. Зубко*

Рецензенты:

*Н.С. Траймак, А.Ч. Якубовский*

**Василевич, Ю.В.**

А 44

Акустический контроль качества изделий. Ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т «Томографик»: методическое пособие по дисциплине «Не разрушающий контроль качества» для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» / Ю.В. Василевич [и др.]. – Минск: БНТУ, 2011. – 94 с.

ISBN 978-985-525-677-0.

Методическое пособие по дисциплине «Не разрушающий контроль качества» предназначено для студентов технических специальностей высших учебных заведений, а также аспирантов и преподавателей.

В пособии представлены методы акустического контроля качества изделий, их области применения, преимущества и недостатки. Включены описание, характеристики и порядок работы ультразвукового дефектоскопа УД4-Т «Томографик». Излагается методика проведения лабораторных работ с использованием УД4-Т «Томографик».

УДК 620.179.1.05(075.8)

ББК 30.3я7

ISBN 978-985-525-677-0

© БНТУ, 2011

## Введение

Акустический метод контроля основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте. При распространении упругих волн частицы среды не переносятся, а лишь совершают колебания относительно точек равновесия.

С помощью акустических методов в заготовках и изделиях, изготовленных практически из любых материалов, можно обнаружить поверхностные и внутренние дефекты, представляющие нарушение сплошности, неоднородность структуры, зоны поражения межкристаллитной коррозией, дефекты склейки, пайки, сварки и т.п. Акустические методы позволяют измерять геометрические параметры, например, толщину при одностороннем доступе к изделию, а также физико-механические свойства материалов без их разрушения.

Важным преимуществом акустических методов является возможность их применения для контроля элементов машин и конструкций в условиях эксплуатации без их демонтажа, особенно в тех случаях, когда требуется обеспечить надежную работу дорогостоящих и уникальных объектов, а также машин и конструкций ответственного назначения.

Акустический контроль осуществляется следующими методами: теневым, зеркально-теневым, эхо-импульсным, резонансным, велосимметрическим, импедансным, свободных колебаний.

Теневой метод (метод сквозного прозвучивания) основан на послышке в контролируемое изделие упругих колебаний и регистрации изменения их интенсивности после однократного прохождения через материал. Метод применяется главным образом для контроля качества листового проката, подшипников скольжения, многослойных дисков, оболочек кабелей, резиновых многослойных изделий, пластмасс, клееных соединений и др.

Зеркально-теневой метод (контроль однократно преломленным лучом) является разновидностью теневого. Его применяют в основном для контроля качества сварных соединений и рельсов.

Эхо-импульсный метод широко применяют для контроля различных изделий, в том числе крупногабаритных и сложной формы. При этом контроль проводят при одностороннем доступе к изделию, в контактном или иммерсионном вариантах. Он позволяет об

наружить дефекты, расположенные в глубине металла и на поверхности, и определять их координаты.

Резонансный метод основан на возбуждении в изделиях постоянной толщины (листах, трубах, резервуарах и др.) незатухающих УЗК и определении частот, на которых имеют место резонансы этих колебаний. Ультразвуковой резонансный метод используют для обнаружения дефектов в виде коррозии или несплошностей материала и измерения толщины листов, стенок труб, резервуаров и т.д.

Велосимметрический метод основан на влиянии дефекта на скорость распространения изгибных волн и регистрации изменения этой скорости по фазе волны в точке приема. Метод применяют для контроля слоистых изделий из неметаллических и комбинированных (неметалл-металл) материалов толщиной до 50 мм. При этом выявляются дефекты (расслоения и зоны нарушения соединений между слоями конструкции) с площадью от 1,5 до 15 см<sup>2</sup>.

Импедансный метод основан на регистрации величины акустического импеданса участка контролируемого изделия. Метод позволяет обнаружить зоны нарушения жесткой связи между элементами слоистых конструкций: непрочности, непропаи, расслоения, слабую адгезию, неполную полимеризацию и т.п. Этим методом можно контролировать изделия как с плоским, так и с кривыми поверхностями.

Метод свободных колебаний основан на анализе частотного спектра свободных колебаний, возбуждаемых в контролируемой детали. Этот метод позволяет выявлять нарушения жесткой связи между слоями в слоистых конструкциях, а также внутренние дефекты в массивных изделиях.

Учебно-методическое пособие состоит из трех разделов:

В первом разделе изложены методы акустического контроля, их преимущества и недостатки.

Во втором разделе описаны назначение и технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД4-Т «Томографик», который используется в учебном процессе при проведении лабораторных работ. Описаны требования безопасности, подготовка прибора к работе, порядок работы.

В третьем разделе изложены методические указания к лабораторным работам с использованием УД4-Т «Томографик».

# 1. Методы акустического контроля

## 1.1. Общие сведения

*Акустический метод контроля* основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте. Акустическими (упругими) волнами называют распространяющиеся в упругом теле механические возмущения (деформации). При распространении упругих волн частицы среды не переносятся, а лишь совершают колебания относительно точек равновесия.

С помощью акустических методов в заготовках и изделиях, изготовленных практически из любых материалов, можно обнаруживать поверхностные и внутренние дефекты, представляющие собой нарушение сплошности, неоднородность структуры, зоны поражения межкристаллитной коррозией, дефекты склейки, пайки, сварки и т.п. Акустические методы позволяют измерять геометрические параметры, например толщину при одностороннем доступе к изделию, а также физико-механические свойства материалов без их разрушения.

Важным преимуществом акустических методов является возможность их применения для контроля элементов машин и конструкций в условиях эксплуатации без их демонтажа, особенно в тех случаях, когда требуется обеспечить надежную работу дорогостоящих и уникальных объектов, а также машин и конструкций ответственного назначения.

К *преимуществам* контроля акустическими методами относятся:

1. Высокая чувствительность, позволяющая выявлять мелкие дефекты.
2. Большая проникающая способность, позволяющая обнаруживать внутренние дефекты в крупногабаритных изделиях.
3. Возможность определения места и размеров дефекта.
4. Практически мгновенная индикация дефектов, позволяющая автоматизировать контроль.
5. Возможность контроля при одностороннем доступе к изделию.
6. Простота и высокая производительность контроля.
7. Полная безопасность работы оператора и окружающего персонала.

Подсоедините

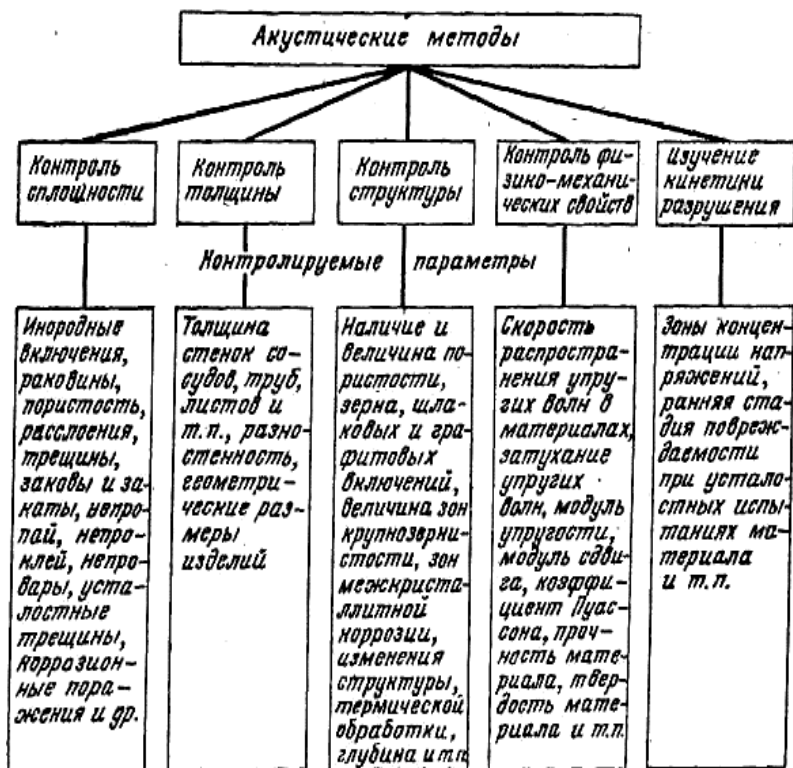


Рис. 1. Области применения акустических методов

К недостаткам акустических методов относится необходимость разработки специальных методик контроля отдельных типов деталей, необходимость сравнительно высокой чистоты обработки поверхности контролируемых объектов и наличие мертвых зон, снижающих эффективность контроля.

### 1.2. Классификация акустических методов

**Теневой метод** (метод сквозного прозвучивания) основан на посылке в контролируемое изделие упругих колебаний и регистрации изменения их интенсивности после однократного прохождения через металл.

Упругие колебания вводят в изделие излучающей искательной головкой с одной его стороны, а принимают приемной головкой, расположенной соосно с излучающей, – с другой стороны (рис. 2, а, б). Такую схему прозвучивания применяют при использовании продольных и сдвиговых волн. При контроле нормальными и поверхностными волнами излучающую и приемную головки устанавливают на одной (доступной) стороне изделия соосно и навстречу друг другу (рис. 2, в, г). При отсутствии нарушений сплошности материала приемная головка регистрирует прохождение упругих волн через изделие. Интенсивность прошедших волн меньше интенсивности волн, введенных в металл, так как при распространении их в толще контролируемого объекта наблюдаются потери энергии УЗК за счет отражения, затухания и геометрического расхождения пучка. При постоянной толщине изделия, однородном материале и параллельных плоских верхней и нижней поверхностях уровень интенсивности упругих волн почти постояен. Амплитуда импульса 7 на экране ЭЛТ, соответствующая прошедшим колебаниям, незначительно отличается от некоторого постоянного значения, принятого за исходное (рис. 2, д).

Если на пути упругих волн имеется дефект, то в зависимости от площади сечения пучка лучей, площади отражающей поверхности дефекта и его местоположения по толщине изделия показания индикатора меняются, так как за дефектом образуется акустическая тень. Например, расслоение металла на пути распространения волн отразит часть лучей, падающих на приемную головку. Импульс 7 на экране прибора, соответствующий интенсивности прошедших УЗК, при этом уменьшится или исчезнет (рис. 2, е, ж). Теневой метод применяется главным образом для контроля качества листового проката, подшипников скольжения, многослойных дисков, оболочек кабелей, резиновых многослойных изделий, пластмасс, клеевых соединений и др.

**Зеркально-теневой метод** (контроль однократно преломленным лучом, ГОСТ 14782 – 69) является разновидностью теневого. При контроле приемную и излучающую головки устанавливают с одной стороны изделия. Регистрация изменения интенсивности упругих колебаний осуществляется после их отражения от противоположной поверхности (рис. 3). Противоположную поверхность, зеркально отражающую упругие волны, называют донной поверхностью, а

отраженный от нее импульс – донным импульсом. Критерием наличия дефекта при контроле зеркально-теневым методом является уменьшение донного эхоимпульса в определенное число раз. Чем крупнее дефект, тем больше ослабление донного эхо-импульса.

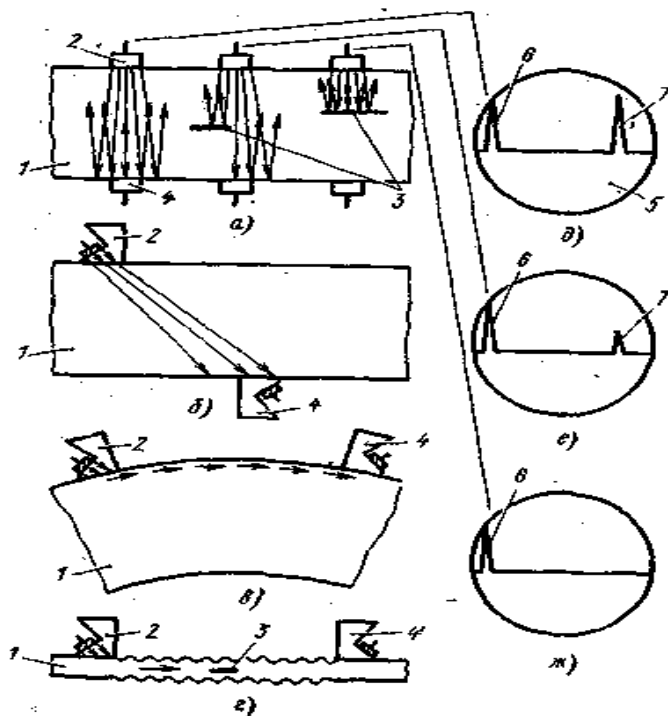


Рис. 2. Схемы прозвучивания изделий теневым методом:

- а – продольными волнами; б – сдвиговыми; в – поверхностными;
- г – нормальными волнами; д, е, ж – осциллограммы; 1 – контролируемое изделие;
- 2 – излучающая искательная головка; 3 – дефект; 4 – приемная искательная головка; 5 – экран ЭЛТ; 6 – начальный (зондирующий) импульс; 7 – импульс, свидетельствующий о наличии или отсутствии дефекта

Для количественной оценки выявляемости дефектов при зеркально-теневого методе контроля введен коэффициент выявляемости дефекта, характеризующий вызываемое дефектом ослабление



первого донного эхоимпульса при прозвучивании изделия прямой искательной головкой:

$$k_d = A_{д1}/A_{01},$$

где  $k_d$  – коэффициент выявляемости дефекта;  $A_{01}$  – амплитуда первого донного импульса при отсутствии дефекта;  $A_{д1}$  – минимальная амплитуда того же донного импульса при наличии дефекта в зоне ультразвукового пучка.

Значение  $k_d$  лежит в пределах от 0 до 1 и тем меньше, чем больше дефект. В некоторых случаях по этому коэффициенту можно судить об эквивалентных размерах дефектов, выявленных в изделии. Зеркально-теневой метод применяют в основном для контроля качества сварных соединений и рельсов.

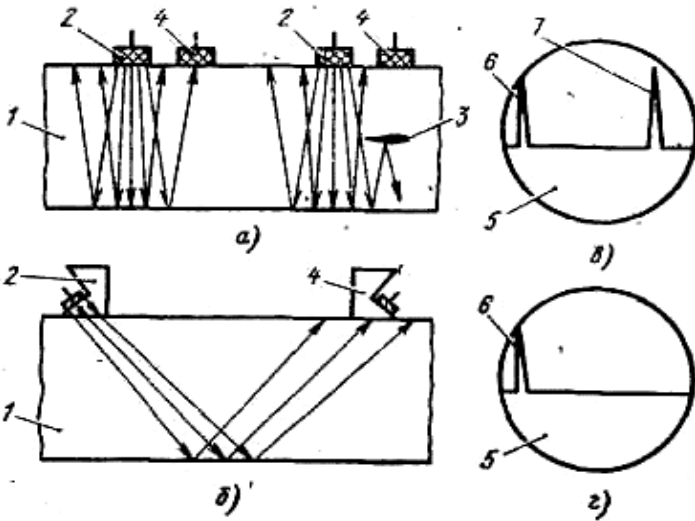


Рис. 3. Схемы прозвучивания изделий зеркально-теневым методом:

а – продольными; б – сдвиговыми волнами; в, г – осциллограммы,

1 – контролируемое изделие; 2 – излучающая искательная головка; 3 – дефект; 4 – приемная искательная головка; 5 – экран ЭЛТ; 6 – начальный (зондирующий) импульс; 7 – импульс, свидетельствующий о наличии или отсутствии дефекта

Применяемая схема прозвучивания двумя искательными головками, из которых одна является излучающей, а другая – приемной, называется раздельной. В практике используют также совмещенную схему прозвучивания, при которой одна искательная головка выполняет поочередно функции излучателя и приемника, и раздельно-совмещенную (две совмещенные головки, соединены параллельно).

**Эхо-импульсный метод.** Упругие колебания вводят в изделие 1, как правило, с одной стороны совмещенной искательной головкой 2 (рис. 4). Излучаемые импульсы упругих волн называют зондирующими. Их посылают в контролируемое изделие один за другим через определенные промежутки времени – паузы или интервалы. Периодом импульсов называют время, прошедшее от начала действия одного импульса до начала действия следующего. Зондирующий импульс УЗК, пройдя сквозь толщу материала, отражается от противоположной (донной) поверхности изделия и, возвращаясь, частично попадает на пьезоэлемент искательной головки. На экране ЭЛТ возникает донный импульс 5.

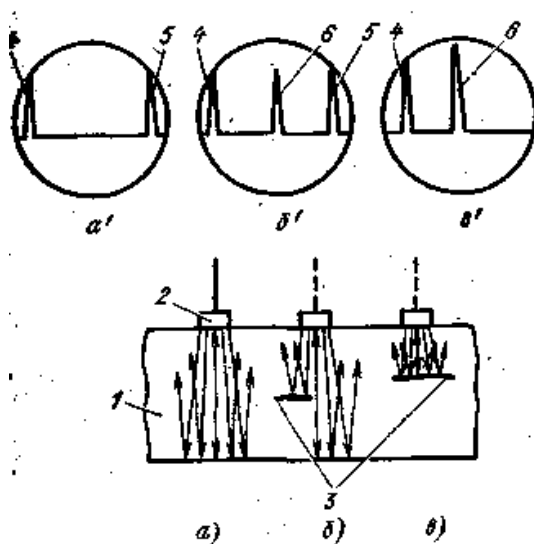


Рис. 4. Схема прозвучивания изделия эхо-импульсным методом продольными УЗК:

а, б, в – положения искательной головки при контроле изделия;

а', б', в' – соответствующие им осциллограммы

При наличии дефекта 3 импульс УЗК отразится от него раньше, чем от противоположной поверхности детали. Между начальным 4 и донным импульсами возникает промежуточный импульс 6. Если дефект полностью перекрывает путь ультразвуковому пучку, то на экране ЭЛТ будут наблюдаться только начальный импульс и импульс от дефекта (рис. 4, в).

На рис. 5 показана схема прозвучивания изделий поверхностными, нормальными и сдвиговыми УЗК.

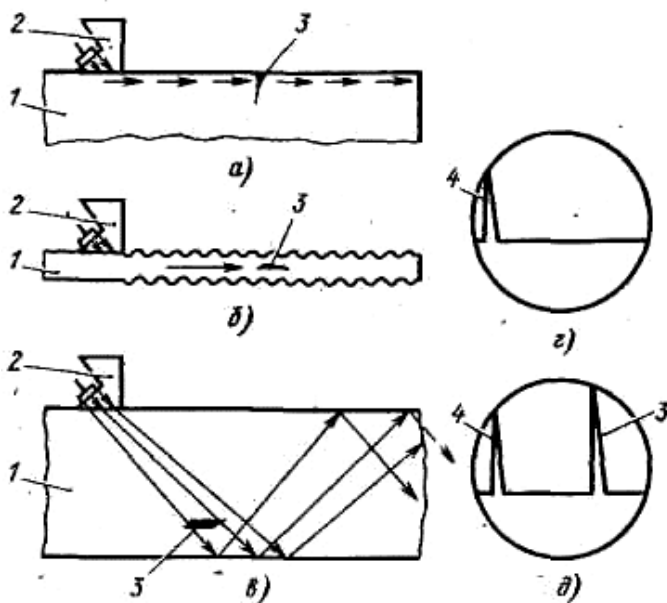


Рис. 5. Схема прозвучивания изделий поверхностными (а), нормальными (б) и сдвиговыми (в) волнами и осциллограммы прозвучивания изделия сдвиговыми УЗК при отсутствии (г) и наличии дефектов (д): 1 — контролируемое изделие; 2 — искательная головка; 3 — дефект; 4 — начальный импульс; 3' — импульс от дефекта

Осциллограммы прозвучивания поверхностными и нормальными волнами (рис. 5, а, б) аналогичны осциллограммам, показанным на рис. 4. Осциллограммы прозвучивания изделия сдвиговыми УЗК (рис. 5, в) отличаются от рассмотренных. При отсутствии дефектов

в изделии сдвиговые волны, многократно отражаясь от противоположных поверхностей, уходят и не попадают на искательную головку. На экране ЭЛТ наблюдается осциллограмма, состоящая из начального импульса и линии развертки. Дефект прерывает ход лучей и отражает часть энергии; на экране возникает второй импульс.

Так как время прохождения луча, прямо пропорционально пройденному пути, а скорость УЗК для данного материала есть величина постоянная, то горизонтальная линия на экране ЭЛТ представляет собой глубину залегания дефекта в каком-то масштабе. Следовательно, на экране ЭЛТ строится график, по горизонтальной оси которого откладывается время, пропорциональное глубине залегания дефекта, а по вертикальной – интенсивность отраженного от дефекта импульса, зависящая от его размеров и ориентировки относительно лучей пучка УЗК.

Измеряя с помощью электронного глубиномера время от момента выхода импульса до момента появления эхо-сигнала на экране ЭЛТ, можно определить расстояние от головки до дефекта

$$l = C \cdot t / 2,$$

где  $l$  – расстояние от головки до дефекта;  $C$  – скорость УЗК в материале изделия;  $t$  – время распространения УЗК до дефекта и обратно.

Эхо-импульсный метод широко применяют для контроля различных изделий, в том числе крупногабаритных и сложной формы. При этом контроль проводят при одностороннем доступе к изделию, в контактном или иммерсионном вариантах. Он позволяет обнаруживать дефекты, расположенные в глубине металла и на поверхности, и определять их координаты.

**Резонансный метод** основан на возбуждении в изделиях постоянной толщины (листах, трубах, резервуарах и др.) незатухающих УЗК и определении частот, на которых имеют место резонансы этих колебаний.

Частота, при которой возникают стоячие волны, т. е. наступает резонанс, зависит от толщины детали и скорости распространения в ней акустических волн. По фиксированию момента установления резонанса определяют толщину контролируемой детали.

На основной резонансной частоте толщину определяют по формуле:

$$b = 0,5 \cdot C / f_{рез.}$$

При непосредственном измерении толщины детали номер гармоники  $k$ , соответствующий резонансной частоте  $f_k$ , обычно не известен. Поэтому сначала определяют вторую резонансную частоту  $f_l$  соответствующую гармонике с номером  $l$ , и толщину изделия находят из выражения

$$b = \frac{C(l-k)}{2(f_l - f_k)}$$

Для определения толщины изделия по этой формуле необходимо знать разность номеров гармоник двух резонансных колебаний и разность частот, соответствующих этим гармоникам.

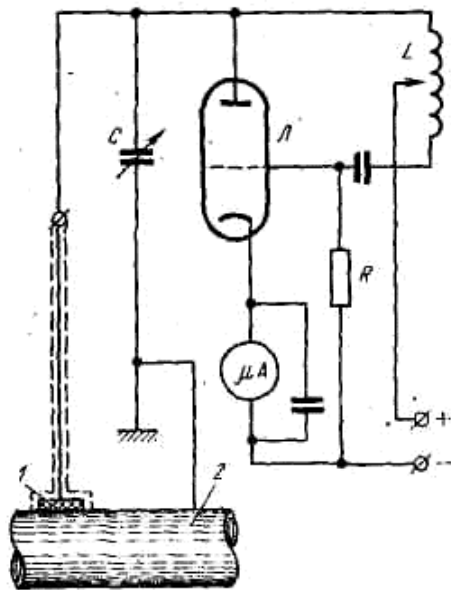


Рис. 6. Принципиальная схема измерения толщины резонансным методом

Искательная головка 1, прижатая с одной стороны измеряемого изделия 2, посылает в материал непрерывно УЗК через тонкий слой минерального масла (рис. 6). Пьезоэлемент головки возбуждается электрическими колебаниями генератора качающейся частоты  $L$ , в контур которого он включен как емкость. Когда колебания пьезоэлемента происходят на частоте, равной собственной частоте измеряемого изделия, наступает резонанс. Вследствие роста амплитуд УЗК в материале изделия увеличивается потребляемая пьезоэлементом электрическая мощность; в момент резонанса генератор работает на большую нагрузку, чем при отсутствии резонанса. При увеличении нагрузки увеличивается анодный ток генератора. Так как частота генератора изменяется во времени, то в момент резонанса на анодном сопротивлении генератора появляется пик напряжения, который фиксирует момент установления резонанса на всех гармониках в материале контролируемой детали. Если известна скорость УЗК в материале и основная резонансная частота, то может быть определена толщина по вышеприведенной формуле.

Основное условие резонанса – параллельность обеих отражающих поверхностей стенки. При наличии в металле дефектов, параллельных стенке (например, расслоений), на этом участке происходит смещение резонансных частот. Если дефект ориентирован не параллельно поверхностям изделия, то он вызывает ослабление или даже исчезновение резонансных явлений.

Ультразвуковой резонансный метод используют для обнаружения дефектов в виде коррозии или несплошностей материала и измерения толщины листов, стенок труб, резервуаров и т. д.

**Велосимметрический метод** основан на влиянии дефекта на скорость распространения изгибных волн и регистрации изменения этой скорости по фазе волны в точке приема.

Сущность метода заключается в следующем. На поверхность изделия устанавливают искательную головку, имеющую излучающий и приемный пьезоэлементы со сферическими наконечниками (рис. 7, а). Расстояние между осями пьезоэлементов (вибраторов) постоянно. От излучателя во все стороны распространяются упругие изгибные волны. Зависимость скорости их распространения от толщины  $b$  имеет вид кривой, выходящей из начала координат (рис. 7, б) и при увеличении  $b$  асимптотически стремящейся к значению скорости  $C_{\text{пов}}$  поверхностной волны.

При расположении головки над дефектом, залегающим на глубине  $b_2$ , упругая волна распространяется в слое  $b_2 < b_1$  со скоростью  $C_2$ . Уменьшение скорости приводит к изменению фазы волны в точке приема, которое фиксируется электронной аппаратурой и служит критерием наличия дефекта.

Здесь изгибная волна является частным случаем нормальной волны и называется асимметричной волной нулевого порядка ( $a_0$ ).

Рассмотренная схема является односторонним вариантом велосимметрического метода. В последнее время получил распространение двусторонний вариант, заключающийся в том, что излучающую и приемную искательные головки устанавливают соосно на разные стороны контролируемого изделия.

В бездефектной зоне упругие колебания проходят через изделие по кратчайшему пути в виде продольных волн. Дефект Д (расслоение, непроклей) препятствует прямому прохождению продольных волн. В разделенных дефектом слоях изделия энергия от излучателя к приемнику передается в виде асимметричных волн нулевого порядка  $a_0$ , огибающих дефект со всех сторон. Скорость этих волн меньше, чем продольных, а пройденный ими путь значительно больше. В зоне дефекта фаза волны в точке приема отстает от фазы на бездефектном участке, что и служит основным признаком наличия дефекта. В общем случае изменяется и амплитуда принятого сигнала, что служит дополнительным критерием наличия дефекта.

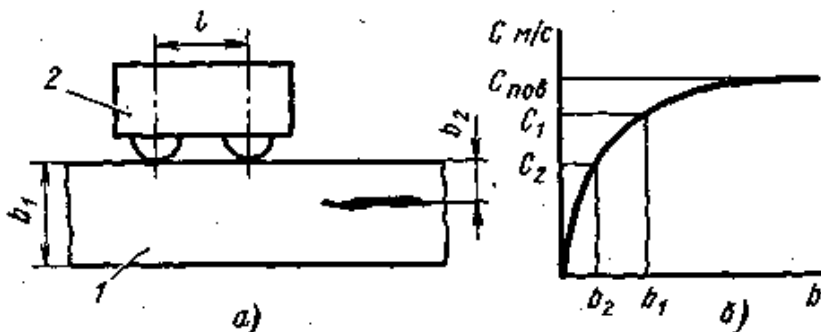


Рис. 7. Принципиальная схема одностороннего велосимметрического метода:  
1 — контролируемое изделие; 2 — искательная головка

Велосимметрический метод применяют для контроля слоистых изделий из неметаллических и комбинированных (неметалл-металл) материалов толщиной до 50 мм. При этом выявляются дефекты (расслоения и зоны нарушения соединений между слоями конструкции) с площадью от 1,5 до 15 см<sup>2</sup>.

**Импедансный метод** основан на регистрации величины акустического импеданса участка контролируемого изделия.

Изменение входного импеданса механической системы может быть обнаружено по изменению амплитуды или фазы силы реакции, действующей на датчик, возбуждающий в изделии упругие колебания.

Датчиком здесь является стержень (рис. 8), совершающий продольные колебания. Если этот стержень контактирует с участком, например, обшивки, жестко склеенной с наполнителем, то вся конструкция колеблется как единое целое, и импеданс системы наполнитель – клей – обшивка – датчик определяется жесткостью всей конструкции.

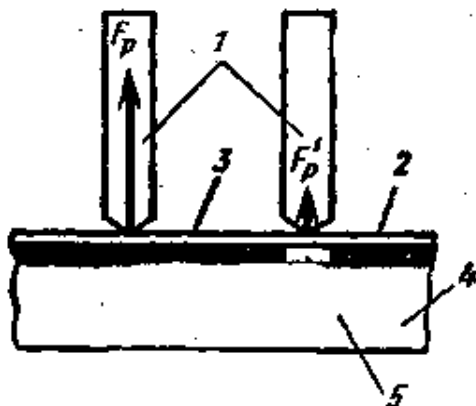


Рис. 8. Принципиальная схема амплитудного акустического импедансного метода:  
1 – продольно-колеблющийся стержень; 2 – наружный лист (обшивка); 3 – клеевое или паяное соединение; 4 – внутренний элемент конструкции (наполнитель);  
5 – непроклея



При этом сила реакции  $F_p$  изделия на стержень будет значительной. Если же стержень расположить над дефектной зоной (непроклеем), то неприклеенный участок обшивки будет колебаться, как зажатый по контуру диск, независимо от всей конструкции. Так как жесткость обшивки намного меньше жесткости всей конструкции, сила реакции  $F_p'$  резко уменьшится.

Обычно дефект вызывает также значительный фазовый сдвиг. Измеряя фазовый сдвиг между принятым сигналом и напряжением возбуждающего излучателя генератора, можно выявить дефекты по вызываемому ими изменению фаз.

Импедансный метод позволяет обнаруживать зоны нарушения жесткой связи между элементами слоистых конструкций: непроклеи, непропаи, расслоения, слабую адгезию, неполную полимеризацию и т. п. Этим методом можно контролировать изделия, как с плоскими, так и с кривыми поверхностями.

**Метод свободных колебаний** основан на анализе частотного спектра свободных колебаний, возбужденных в контролируемой детали.

Сущность метода заключается в следующем. Если твердое тело, обладающее определенной массой, гибкостью и механическим сопротивлением, возбудить резким ударом, то в нем возникнут свободные (или собственные) затухающие колебания. При заданных размерах и форме изделия, однородности материала, из которого оно изготовлено, частота собственных колебаний изделия является величиной определенной. При наличии в изделии дефекта (расслоения, раковины и т. п.) параметры колебательной системы (гибкость, масса) меняются, что ведет к изменению частоты собственных колебаний, и логарифмического декремента их затухания.

Боек датчика, укрепленный на якоре электромагнита 2, ударяет по поверхности контролируемого изделия с частотой питающего электромагнит переменного тока, возбуждая в изделии свободные колебания (рис. 9). Микрофон 3 (пьезоэлемент), установленный на поверхности изделия, воспринимает эти колебания и передает их в виде электрических сигналов на усилитель 4, на выходе которого включено реле, управляющее сигнальной лампой индикатора 5. Если датчик попадает на участок непрочлея, амплитуда возбуждаемых в изделии колебаний падает, сигнал на выходе усилителя уменьшается, реле срабатывает, и загорается сигнальная лампа.

Этот метод позволяет выявлять нарушения жёсткой связи между слоями в слоистых конструкциях, а также внутренние дефекты в массивных изделиях.

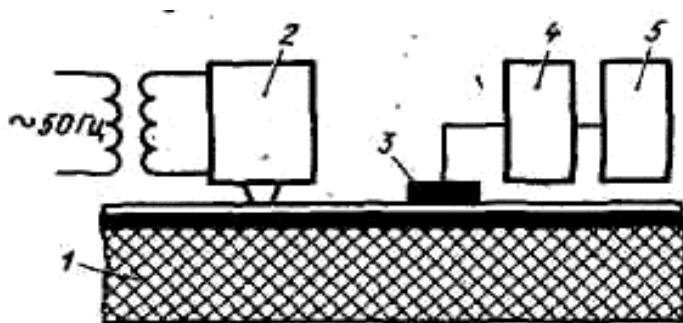


Рис. 9. Принципиальная схема контроля качества склейки методом свободных колебаний: 1 – контролируемое изделие; 2 – электромагнит; 3 – микрофон (пьезоэлемент); 4 – усилитель; 5 – индикатор

## 2. Ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т «Томографик»

### 2.1. Назначение и технические характеристики УД4-Т

УД4-Т является дефектоскопом общего назначения и предназначается для неразрушающего контроля материалов, изделий, сварных соединений на наличие дефектов типа нарушения сплошности, определения координат дефектов, измерения амплитуд эхосигналов от дефектов, измерения времени распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в различных материалах.



УД4-Т позволяет накапливать не менее 1000 архивных записей результатов контроля с целью последующей их перезаписи в компьютерный банк данных для анализа и представления в виде документа. Время хранения архивных записей результатов контроля не менее 5 лет.

УД4-Т реализует эхо-метод, теневой и другие известные методы ультразвукового контроля.

По степени участия оператора в процессе контроля дефектоскоп относится к ручным.

УД4-Т является средством измерения по ГОСТ 12997.

По эксплуатационной законченности дефектоскоп относится к изделиям третьего порядка по ГОСТ 12997.

По конструктивному исполнению и зависимости от воспринимаемых механических воздействий дефектоскоп относится к переносным изделиям.

Вид климатического исполнения дефектоскопа СЗ по ГОСТ 12997.

Рабочие температуры дефектоскопа от минус 20 до + 50° С при верхнем значении относительной влажности 95% при + 35° С без конденсации влаги.

Степень защиты от проникновения внутрь дефектоскопа пыли и воды соответствует IP54 по ГОСТ 14254.

По устойчивости к воздействию атмосферного давления дефектоскоп относится к группе Р1 по ГОСТ 12997.

По устойчивости к механическим воздействиям исполнение дефектоскопа виброустойчивое группы N1 по ГОСТ 12997.

Диагностирование исправности дефектоскопа осуществляется встроенными средствами тестового обеспечения.

УД4-Т может работать в любом положении, удобном для оператора.

Прибор соответствует требованиям ГОСТ 12997, техническим условиям ТУ 4276-001-29313470-06 и комплекта документации УТМ 038.

Диапазон рабочих частот УД4-Т от 0,4 до 10,0 МГц.

Номинальные значения условной чувствительности по глубине залегания отражателя и отклонения условной чувствительности от номинальной от отражателя в виде бокового сверления диаметром 6 мм и глубиной залегания центра 44 мм стандартного образца СО-2 по ГОСТ 14782 при работе с ПЭП указаны в табл. 1.

Запас чувствительности дефектоскопа не менее значений указанных в табл. 1, а углы ввода ПЭП типа П121 находятся в пределах указанных в табл. 1.

Условная разрешающая способность по глубине залегания отражателя (дальности) при работе дефектоскопа с ПЭП соответствует значениям указанным в табл. 1.

Таблица 1

| Условное обозначение ПЭП | Условная чувствительность, дБ | Уровень шума, дБ | Запас чувствительности, дБ | Номинальная частота, МГц | Условная разрешающая способность по глубине залегания отражателя, мкс | Значение углов ввода ПЭП |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| П111-2,5-К12             | 120 ± 12                      | 90               | 30                         | 2,5                      | 1,2   | —                        |
| П111-5,0-К6              | 113 ± 12                      | 90               | 22                         | 5,0                      | 0,8   | —                        |
| П121-2,5-50°             | 90 ± 12                       | 76               | 14                         | 2,5                      | 1,4   | (50 ± 2)°                |
| П121-5,0-50°             | 86 ± 12                       | 76               | 10                         | 5,0                      | 1   | (50 ± 2)°                |

Длительность реверберационно-шумовой характеристики (далее по тексту РШХ) УД4-Т при работе с ПЭП не превышает значений указанных в табл. 2.

Таблица 2

| Уровень, дБ | Длительность реверберационно-шумовой характеристики, мкс |             |              |              |
|-------------|--|-------------|--------------|--------------|
|             | Условное обозначение ПЭП                                 |             |              |              |
|             | П111-2,5-К12   | П111-5,0-К6 | П121-2,5-50° | П121-5,0-50° |
| 130         | 4  | 3           | 6            | 4            |
| 124         | 5  | 4           | 8            | 4            |
| 118         | 8  | 8           | 8            | 8            |
| 112         | 10   | 10          | 10           | 12           |
| 106         | 12   | 12          | 12           | 16           |
| 100         | 14   | 14          | 14           | 20           |
| 94          | 16   | 16          | 16           | 24           |
| 88          | 24   | 26          | 26           | 28           |
| 82          | 38   | 38          | 38           | 40           |
| 76          | 46   | 46          | 50           | 58           |
| 70          | 68   | 68          | 72           | 66           |
| 64          | 75   | 94          | 94           | 80           |
| 58          | 92   | 130         | 120          | 100          |

ПРИМЕЧАНИЕ. Уровни РШХ в таблице даны по отношению к 1 мкВ.

Диапазон измеряемых временных интервалов от 0,2 до 1000 мкс при установке скорости УЗК от 1000 до 12000 м/с с дискретностью 1 м/с. Погрешность измерения временных интервалов не превышает  $\pm 0,025$  мкс в диапазоне от 0,2 до 75 мкс и  $\pm 2\%$  в остальном диапазоне.

Диапазон измерения глубин залегания отражателей от 6 до 245 мм. Предел допускаемой основной погрешности измерения глубин залегания отражателей для ПЭП типов П 111 и П 112 не более  $\pm 1$  мм. Пределы  $\Delta L$ , мм и  $\Delta H$ , мм допускаемых основных погрешностей измерения координат залегания отражателей  $L$ , мм и  $H$ , мм для ПЭП П121 устанавливаются формулами:

$$\Delta L = \pm (2 \text{ мм} + 0,03 \cdot L), \quad (1)$$

$$\Delta H = \pm (2 \text{ мм} + 0,03 \cdot H). \quad (2)$$

Предел допускаемой основной погрешности измерения амплитуд сигналов на входе приёмника в диапазоне от 67 до 107 дБ не более  $\pm 0,5$  дБ.

Временная нестабильность чувствительности дефектоскопа за 8 часов непрерывной работы не более  $\pm 0,5$  дБ.

Предел допускаемой основной погрешности настройки порогового индикатора (зона нечувствительности) не превышает  $\pm 0,3$  дБ. Временная нестабильность уровня срабатывания порогового индикатора за 8 часов работы не превышает  $\pm 0,5$  дБ.

Время установления рабочего режима УД4-Т не более 15 минут.

Время непрерывной работы УД4-Т при питании от сети переменного тока 220В, 50 Гц не менее 24 часов. Время автономной непрерывной работы УД4-Т от встроенного аккумулятора при нормальных условиях при средней яркости экрана 8 часов без подзарядки полностью заряженного аккумулятора.

Масса УД4-Т со встроенным аккумулятором (без блока питания, комплекта ПЭП и кабелей) не более 2,5 кг.

Габаритные размеры не более 135 мм  $\times$  220 мм  $\times$  100 мм.

Размер рабочего поля экрана 115 мм  $\times$  86 мм.

Возможность документирования результатов контроля через порт RS232.

УД4-Т, при условии его перенастройки, сохраняет работоспособность при замене ПЭП на однотипные.

## 2.2. Подготовка к работе

**Место размещения УД4-Т** должно быть защищено от непосредственного воздействия пыли, влаги, агрессивных сред и должно быть в достаточной степени освещено искусственными или естественными источниками света.

**Напряженность поля внешних радиопомех** в месте размещения УД4-Т не должна превышать значений, нарушающих его работоспособность. При высокой напряженности поля внешних радиопомех должны быть приняты меры по экранированию места размещения УД4-Т, а так же его питающих и соединительных кабелей.

**При работе от сети переменного тока**, к месту его размещения должно быть подведено напряжение питающей сети  $\approx$  от 90 до 264 В, от 47 до 63 Гц.

**Если в питающей сети возникают коммутационные помехи**, в сеть электропитания УД4-Т необходимо включить сетевой фильтр.

**Для исключения конденсации влаги внутри УД4-Т** при его переносе с мороза в теплое помещение необходимо выдерживать УД4-Т в тепле в течение 12 часов, до полного высыхания.

**При температуре воздуха ниже  $10^{\circ}$  С после включения УД4-Т** прибор необходимо прогреть в течение не менее 15 минут.

**Органы управления и индикаторы УД4-Т** расположены на передней панели (рис. 11).

**Рабочие разъемы** расположены на передней панели (рис. 11) и левой боковой стороне (рис. 12). В приборе используются разъемы фирмы *LEMO*. Используемые в приборе разъемы состоят из двух частей: гнезда приборного и вилки кабельной (рис. 10).

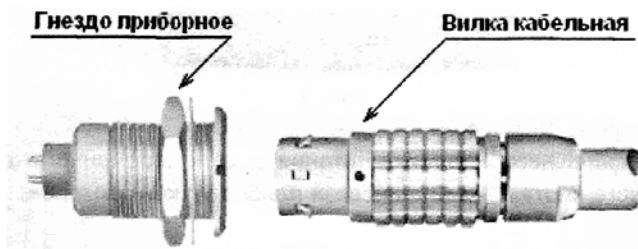


Рис. 10. Разъемы, используемые в приборе

При подсоединении вилки к гнезду необходимо убедиться в том, что точки красного цвета (если таковые имеются), нанесенные как на вилку, так и на гнездо, совпадают.

**На передней панели УД4-Т** расположены:

- ЖК экран;
- сигнальный светодиод – пороговый индикатор дефекта.
- окно инфракрасного порта (для связи с компьютером).
- панель клавиатуры с клавишами:
- Сброс – ×;
- Питание – Ⓞ;
- Помощь – ?;
- Енкодер – вращающаяся ручка с функцией нажатия;
- Ввод – Enter – обрабатывается при нажатии на ручку енкодера;
- Группа функциональных клавиш (*F1, F2, F3, F4, F5, F6*) назначение которых определяется рабочей программой;
- рабочие разъемы:
- выход генератора, вход приемника – «(▶)» (для работы в совмещенном режиме);
- вход приемника – «(◀)» (для работы в раздельном режиме);

На левой боковой стороне расположены разъемы: разъем для подключения внешнего источника питания от сети переменного тока; разъем коммуникационного порта *RS-232* для связи прибора с компьютером; разъем сканера.



Рис. 11. Органы управления и индикаторы УД4-Т



**ВНИМАНИЕ!** Перед подключением прибора к компьютеру через разъем коммуникационного порта RS-232 при помощи кабеля, поставляемого в комплекте с прибором, убедитесь, что прибор находится в выключенном состоянии.

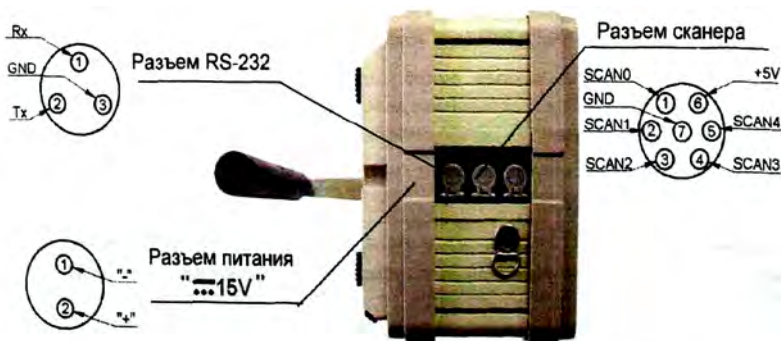


Рис. 12. Рабочие разъемы УД4-Т

Задняя панель УД4-Т представляет из себя крышку аккумуляторного отсека с нанесенными на нее номером, годом изготовления прибора, а также памяткой с правильной последовательностью подключения УД4-Т к ПК.



Рис. 13. Задняя панель УД4-Т

В данном руководстве, при обозначении клавиш УД4-Т, будут использоваться мнемонические знаки, нанесенные на его клавиатуру.

Все клавиши **УД4-Т** имеют свойство автоповтора, т.е. при удержании клавиши в нажатом состоянии происходит автоматическая генерация сигнала о повторном нажатии.

С целью улучшения ремонтпригодности дефектоскопа УД4-Т в крышку аккумуляторного отсека вынесены два защитных предохранителя *F1* и *F2*.

- *F1* защищает прибор при подаче напряжения отрицательной полярности от сетевого адаптера.

- *F2* предназначен для защиты аккумуляторной батареи.

Расположение предохранителей приведено на рис. 14. Для предотвращения попадания во внутрь прибора посторонних предметов, места вывода предохранителей защищены прозрачной пленкой (оракал).

Оба предохранителя однотипные – 5А номер по каталогу производителя 0453 000. Производителем является компания *Littelfuse*.

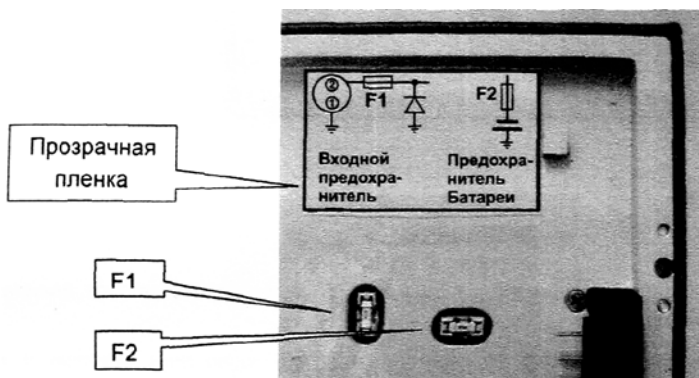


Рис. 14. Расположение предохранителей УД4-Т

**ВНИМАНИЕ!!!** В случае выхода из строя предохранителей замену производить только аналогичными. Запрещается использование самодельных предохранителей («жучков»). После замены, защитить предохранители самоклеящейся пленкой.

Если после замены произошло повторное перегорание предохранителя, прибор необходимо передать в ремонт.

### 2.3. Порядок работы

Общие сведения

*Включение УД4-Т.*

Если работа будет осуществляться от внешнего блока питания, то необходимо подключить блок питания из комплекта УД4-Т к разъему «Питание», расположенному на левой стенке корпуса прибора (рис. 12), вилку блока питания подключить к сети переменного тока. Свечение светодиодного индикатора на верхней панели корпуса источника питания указывает на наличие сетевого напряжения. Работа прибора возможна в режиме заряда внутреннего аккумулятора прибора.

Нажать кнопку **⊕** на передней панели в УД4-Т (рис. 11) и удерживать 2 – 3 секунды.

Через 3 – 4 секунды на экране УД4-Т появится заставка начальной загрузки (рис. 15).

Через 10 – 15 секунд на экране УД4-Т появится экран начальной заставки.

*УД4-Т готов к работе.*



Рис. 15. Заставка начальной загрузки

Установка (замена) встроенного аккумулятора.

Для установки или замены аккумулятора убедитесь, что прибор отключен от сети. Необходимо аккуратно открутить 2 винта крепления крышки аккумуляторного отсека (рис. 13).

Вынуть старый аккумулятор.

Вставить новый аккумулятор.

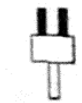
Установить крышку аккумуляторного отсека, закрутить винты до плотного прижима уплотнителя крышки к корпусу.

*Контроль состояния встроенного аккумулятора.*

Состояние встроенного аккумулятора можно проконтролировать по индикатору заряда, расположенному в правом нижнем углу экрана начальной заставки. Более обширную информацию о состоянии батареи можно получить, выбрав программу «Состояние батареи». Уровень заполнения индикатора соответствует уровню заряда аккумулятора. Слева от индикатора заряда могут отображаться следующие пиктограммы:



– идет процесс заряда аккумулятора;



– питание от сетевого адаптера; при наличии аккумулятора означает, что зарядка завершена.

Отсутствие пиктограмм означает, что прибор работает от аккумулятора.

*Заряд встроенного аккумулятора.*

Для заряда встроенного аккумулятора необходимо подключить блок питания из комплекта УД4-Т к разъему «15В». Для заряда полностью разряженного аккумулятора требуется не более 8 часов. В режиме заряда встроенного аккумулятора возможна нормальная работа прибора.

**Примечание:** Для обеспечения максимальной продолжительности работы прибора от встроенного аккумулятора следует установить минимальную яркость подсветки экрана (рекомендуемая яркость 50%).

### *Подключение ПЭП к УД4-Т.*

Совмещенные ПЭП подключить к разъему «▶» на передней панели УД4-Т и установить в меню «ПЭП» параметр «Режим работы» в положение «Совмещенный».

Раздельно-совмещенные ПЭП подключить следующим образом: излучающую пластину раздельно-совмещенного ПЭП подключить к разъему «▶», а приемную пластину подключить к разъему «◀» на передней панели УД4-Т, вставив кабельные разъемы до щелчка (рис. 16) и установить в меню «ПЭП» параметр «Режим работы» в положение «Раздельный».

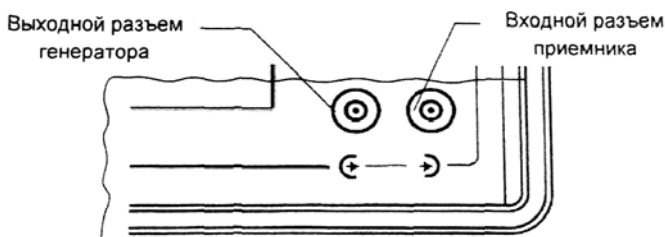


Рис. 16. Разъемы УД4-Т

### *Выключение УД4-Т.*

Если УД4-Т работал от сети переменного тока, необходимо нажать и удерживать в течение 5 сек. кнопку **Ⓞ**, вынуть вилку блока питания из розетки сети, затем вынуть разъем блока питания из гнезда на боковой стороне прибора. Кратковременное нажатие кнопки **Ⓞ** не приведет к выключению прибора.

Если УД4-Т работал от встроенного аккумулятора, необходимо нажать и удерживать в течение 5 сек. кнопку **Ⓞ**, на передней панели УД4-Т. Кратковременное нажатие кнопки **Ⓞ** не приведет к выключению прибора.

При выключении прибора все, не сохраненные в архиве, данные будут утеряны.

### *Аварийное выключение УД4-Т*

Для обеспечения аварийного выключения прибора в случае отказа кнопки **Ⓞ** следует одновременно нажать комбинацию клавиш **F1 + F6 + ?** или, открутив винты крепления крышки аккумуляторного отсека, вынуть аккумулятор.

Взаимодействие оператора с прибором

### *Концепция меню*

Взаимодействие оператора с прибором осуществляется через пользовательский интерфейс. Пользовательский интерфейс УД4-Т реализован на основе меню.

В общем случае, меню представляет собой список пунктов меню в виде строк текста и/или пиктограмм (графических изображений), каждый из которых обозначает определенный режим работы или действие. Основная идея меню состоит в том, что пользователь выбирает нужный ему режим работы или выполняемое действие путем выбора того или иного пункта меню. Активный пункт меню выделен маркером меню. В зависимости от расположения на экране пунктов меню различают вертикальные и горизонтальные меню.

Каждый из пунктов вертикального меню соответствует одной из функциональных клавиш **F1**, **F2**, **F3**, **F4**, **F5** или **F6**, расположенных с левой стороны экрана УД4-Т. Для активизации определенного пункта вертикального меню необходимо нажать соответствующую ему функциональную клавишу. Навигация по горизонтальному меню осуществляется при помощи энкодера. Поворот энкодера влево на одно деление сдвигает маркер горизонтального меню влево на один пункт, поворот энкодера вправо сдвигает маркер меню вправо соответственно.

### *Диалоговые окна и сообщения*

При работе с УД4-Т используются диалоговые окна и сообщения. Диалоговые окна используются в том случае, когда программе необходимо узнать мнение пользователя или предоставить пользователю выбор из нескольких возможных действий (рис. 17). Окна сообщений используются для того чтобы проинформировать пользователя о наступлении какого-либо события.

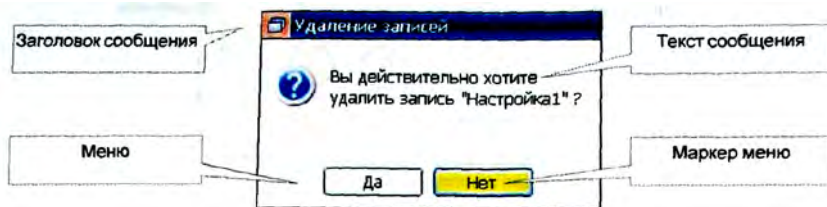


Рис. 17. Диалоговое окно

В нижней части диалогового окна расположено горизонтальное меню, каждый элемент которого соответствует одному из возможных вариантов ответов. Текущий элемент меню выделен при помощи маркера меню. Выбор элементов меню осуществляется при помощи энкодера. После выбора элемента меню необходимо подтвердить выбор нажатием клавиши *Enter* либо отменить выбор нажатием клавиши  $\times$ .

### Экранная клавиатура

Для ввода текстовой информации в УД4-Т применяется экранная клавиатура (рис. 18).

В правой части окна экранной клавиатуры расположено вертикальное меню управления клавиатурой. Каждый элемент меню соответствует одной из функциональных клавиш *F1, F2, F3, F4, F5* и *F6*. При переходе в поле редактирования становится возможным изменение позиции маркера ввода. Изменение позиции маркера осуществляется при помощи энкодера.



Рис. 18. Экранная клавиатура УД4-Т

Поворот энкодера влево на одно деление сдвигает маркер влево на одну позицию, поворот энкодера вправо сдвигает маркер вправо соответственно. Для удаления символа в позиции маркера необходимо передвинуть маркер, удерживая энкодер в нажатом состоянии.

Для того чтобы ввести определенный символ необходимо при помощи энкодера установить клавиатурный маркер на требуемый символ и подтвердить ввод нажатием клавиши *Enter*. Для ввода за-

главной буквы необходимо в момент ввода удерживать клавишу «Регистр» в нажатом состоянии.

Клавиатура поддерживает два алфавитных набора символов: русский и латинский. При смене раскладки клавиатуры символьный набор, расположенный в средней части окна (рис. 18), заменяется на соответствующий.

Для завершения ввода необходимо нажать клавишу «Завершение ввода», для отказа от редактирования клавишу × соответственно.

#### *Окно ввода пароля*

Для запуска некоторых программ, добавления или удаления пользователей, изменения системного времени может потребоваться ввод пароля, если существует пользователь с правами администратора (рис. 19).

Если разрядный маркер (рис. 19) отсутствует, окно находится в режиме выбора элемента управления (кнопки «Ок», либо поля ввода пароля). Т.е. поворот энкодера будет приводить к поочередному выбору либо кнопки «Ок», либо поля ввода пароля. Выбранный элемент при этом подсвечивается желтым цветом.

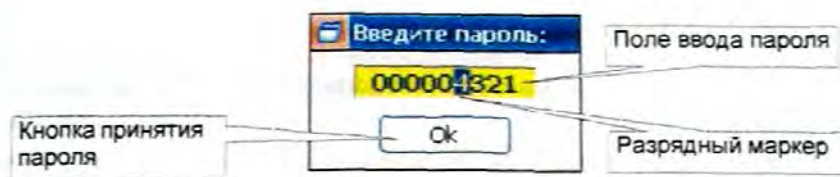


Рис. 19. Окно ввода пароля

Редактирование пароля возможно только при наличии разрядного маркера. Если маркера нет, необходимо поворотом энкодера установить фокус на поле ввода пароля (при этом оно окрасится в желтый цвет) и нажать **Enter**.

В режиме редактирования пароля поворот энкодера вызывает изменение цифры, на которой находится разрядный маркер. Для перемещения разрядного маркера необходимо поворачивать энкодер в нажатом состоянии.

Выход из режима редактирования пароля осуществляется нажатием клавиши **Enter**. При этом разрядный маркер должен исчезнуть.



Для выхода из окна ввода пароля необходимо установить фокус на кнопку «Ок» (при этом она окрасится в желтый цвет) и нажать клавишу **Enter**.

#### *Начальная заставка*

Экран начальной заставки.

После включения питания УД4-Т на экран выводится начальная заставка (рис. 20).

Программа начальной заставки позволяет:

- Выбрать язык пользовательского интерфейса;
- Установить требуемый уровень яркости экрана;
- Выбрать текущего пользователя или добавить нового пользователя;
- Выбрать рабочую программу;
- Произвести настройку прибора;
- Просмотреть справочную информацию.
- Просмотреть дополнительную информацию, такую как текущее время, текущая дата, а также текущее состояние заряда батареи питания.



Рис. 20. Экран начальной заставки

Меню программы начальной заставки состоит из шести вертикально расположенных элементов (рис. 20), каждый из которых соответствует одной из функциональных клавиш **F1**, **F2**, **F3**, **F4**, **F5**

или **F6**. Для того чтобы активизировать один из пунктов меню необходимо нажать соответствующую ему функциональную клавишу.

#### *Выбор языка пользовательского интерфейса.*

Для того чтобы выбрать определенный язык пользовательского интерфейса необходимо в программе начальной заставки активизировать пункт меню «Язык». При этом на экране отобразится подменю выбора языка (рис. 21).

Подменю выбора языка представляет собой вертикальный список элементов, в котором текущий элемент выделен маркером (рис. 21). Каждый элемент соответствует одному из поддерживаемых языков пользовательского интерфейса.

Выбор элемента подменю осуществляется при помощи энкодера. После выбора элемента меню необходимо подтвердить выбор нажатием клавиши **Enter** либо отменить выбор нажатием клавиши **⊙**.



Рис. 21. Подменю выбора языка пользовательского интерфейса

#### *Настройка яркости экрана*

Для того чтобы установить яркость экрана УД4-Т необходимо в программе начальной заставки активизировать пункт меню «Яркость». При этом на экране отобразится подменю установки яркости (рис. 22).

Подменю установки яркости экрана представляет собой вертикальный список элементов, в котором текущий элемент выделен маркером (рис. 22). Каждый элемент соответствует определенному

уровню яркости экрана, заданной в процентном отношении. Выбор уровня яркости осуществляется при помощи энкодера. После выбора уровня яркости экрана необходимо подтвердить выбор нажатием клавиши **Enter** либо отменить выбор нажатием клавиши **⏏**.

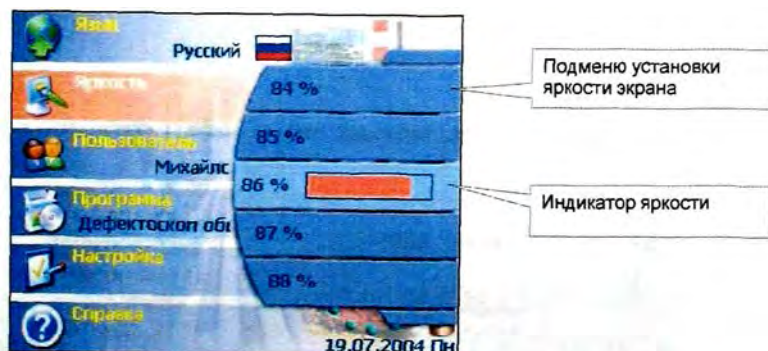


Рис. 22. Подменю установки яркости экрана

**Примечание:** Для обеспечения максимальной продолжительности работы прибора от встроенного аккумулятора следует установить минимальную яркость подсветки экрана (рекомендуемая яркость 50%).

#### *Выбор пользователя*

В УД4-Т введено понятие пользователя (оператора), которое используется при документировании результатов контроля.

Все пользователи делятся на 3 категории: обычные пользователи, пользователи, защищенные паролем и администраторы.

Для того чтобы выбрать зарегистрированного пользователя и установить его в качестве текущего необходимо в программе начальной заставки активизировать пункт меню «Пользователь». При этом на экране отобразится подменю выбора пользователя (рис. 23).

Подменю выбора пользователя представляет собой вертикальный список элементов, в котором текущий элемент выделен маркером (рис. 23). Каждый элемент соответствует одному из зарегистрированных в системе пользователей.

Выбор элемента подменю осуществляется при помощи энкодера. После выбора элемента меню необходимо подтвердить выбор нажатием клавиши **Enter** либо отменить выбор нажатием клавиши **⌫**.

Добавление и удаление пользователей осуществляется в режиме «Настройка».



Рис. 23. Подменю выбора пользователя

### *Выбор программы*

УД4-Т является универсальным ультразвуковым прибором, позволяющим реализовывать различные специализированные приложения путем выбора соответствующей программы.

Для того чтобы выбрать определенную программу необходимо в программе начальной заставки активизировать пункт меню «Программа». При этом на экране отобразится подменю выбора программы (рис. 24).

Подменю выбора программы представляет собой вертикальный список элементов, в котором текущий элемент выделен маркером (рис. 24). Каждый элемент соответствует одной из установленных прикладных программ.

Выбор элемента подменю осуществляется при помощи энкодера. После выбора элемента меню необходимо подтвердить выбор нажатием клавиши **Enter** либо отменить выбор нажатием клавиши **⌫**. Запуск выбранной программы осуществляется нажатием клавиши **Enter**.

Описание работы с конкретной программой приводится в соответствующем руководстве.

### Режим «Настройка»

Данный режим предназначен для управления пользователями, установки системного времени, а также обеспечения связи УД4-Т с персональным компьютером.

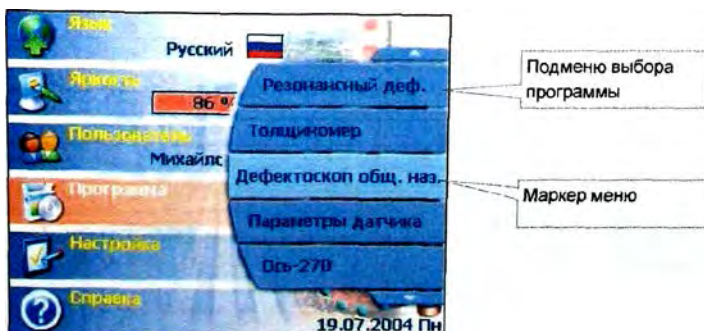


Рис. 24. Подменю выбора программы

Если среди зарегистрированных пользователей присутствует пользователь с правами администратора, то при входе в режим «Настройка» на экран будет выведено окно ввода пароля. Если введенный пароль не совпадает с паролем администратора, некоторые функции (например, добавление и удаление пользователей) будут недоступны.

Главное меню режима «Настройка» представляет собой горизонтальное меню, каждый элемент которого представлен в виде отдельной закладки (рис. 25).

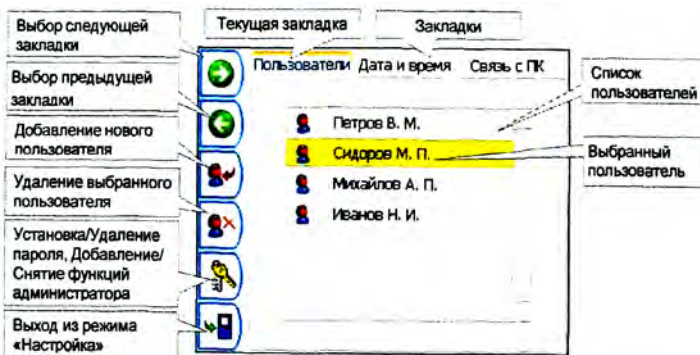


Рис. 25. Меню режима «Настройка»

Главное меню состоит из следующих пунктов:

- «Пользователи» – управление списком пользователей;
- «Дата и время» – установка системного времени;
- «Связь с ПК» – установление соединения прибора УД4-Т с персональным компьютером.

Выбор закладок осуществляется при помощи клавиш **F1** и **F2**. Текущая (выбранная) закладка выделена оранжевым цветом (рис. 24). Для выхода из режима «Настройка» необходимо нажать клавишу **F6** или **x**.

#### *Управление списком пользователей*

Для перехода в режим управления списком пользователей (операторов) прибора необходимо выбрать закладку «Пользователи». При этом на экране отобразится список пользователей. Текущий (выбранный) пользователь выделен маркером списка (рис. 25). Изменение позиции маркера в списке пользователей осуществляется при помощи энкодера.

Все пользователи делятся на 3 группы:

- Обычные пользователи;
- Пользователи, защищенные паролем;
- Администраторы;

Различия между ними заключаются в правах на запуск программ, добавление и удаление пользователей, изменение системного времени и некоторых других (табл. 3).

Таблица 3

| №  | Функции                                   | Обычный пользователь | Пользователь, защищенный паролем | Администратор |
|----|---|----------------------|----------------------------------|---------------|
| 1  | Запуск программ, не требующих пароля      | +                    | +                                | +             |
| 2  | Запуск программ, требующих пароль         | -                    | +                                | +             |
| 3  | Добавление нового пользователя            | -                    | -                                | +             |
| 4  | Удаление пользователя                     | -                    | -                                | +             |
| 5  | Задание пароля для пользователя           | -                    | -                                | +             |
| №  | Функции                                   | Обычный пользователь | Пользователь, защищенный паролем | Администратор |
| 6  | Удаление пароля для пользователя          | -                    | -                                | +             |
| 7  | Снятие с пользователя прав администратора | -                    | -                                | +             |
| 8  | Изменение системного времени              | -                    | -                                | +             |
| 9  | Передача изображения на ПК                | -                    | -                                | +             |
| 10 | Связь с ПК, кроме передачи изображения    | +                    | +                                | +             |

Пользователь с правами администратора может быть только один. Для того, чтобы какому-либо из пользователей дать права администратора, в случае если пользователь с такими правами уже существует, необходимо сначала снять права администратора с этого пользователя.

До тех пор, пока не появится пользователь с правами администратора все пользователи по умолчанию обладают правами администратора кроме права на задание пароля для пользователя.

Для того чтобы снять с пользователя права администратора необходимо выбрать его в списке пользователей и нажать клавишу **F5**. При этом он станет обычным пользователем. Пароли пользова-

телей, установленные данным администратором при этом удалены не будут. Но их запрос, например, при запуске программ будет прекращен до тех пор, пока не появится пользователь с правами администратора.

Для того, чтобы установить для выбранного пользователя необходимо нажать клавишу **F5** и ввести пароль. При этом возле фамилии пользователя в списке пользователей появится значок, указывающий на принадлежность данного пользователя группе «Пользователи, защищенные паролем» (рис. 26).

Для того, чтобы удалить пароль для выбранного пользователя необходимо нажать клавишу **F5**.

Для того чтобы добавить нового пользователя в список необходимо нажать клавишу **F3**. При этом на экране отобразится окно экранной клавиатуры УД4-Т. После ввода имени пользователя новый пользователь будет добавлен в список пользователей, а также в меню выбора пользователя. Добавленный пользователь будет являться обычным пользователем.

Для того чтобы удалить определенного пользователя из списка пользователей необходимо установить маркер списка на имя подлежащего удалению пользователя и затем нажать клавишу **F4**.

#### *Установка системного времени*

Для перехода в режим установки системного времени необходимо выбрать закладку «Дата и время». При этом на экране отобразится окно установки системного времени (рис. 25).

Ввод времени осуществляется в полях ввода: «День», «Месяц», «Год», «Часы», «Минуты» и «Секунды». Текущее (выбранное) поле ввода выделено маркером ввода (рис. 27).





Рис. 26. Группы пользователей

Выбор определенного поля ввода осуществляется при помощи функциональной клавиши **F3**. Изменение значения в текущем поле ввода осуществляется при помощи энкодера.

Введенное время устанавливается в качестве текущего системного времени только после подтверждения завершения ввода. Для подтверждения завершения ввода необходимо нажать функциональную клавишу **F4**.

### Связь с ПК

**ВНИМАНИЕ!** *Перед подключением прибора к компьютеру через разъем коммуникационного порта RS-232 при помощи кабеля, поставляемого в комплекте с прибором, убедитесь, что прибор находится в выключенном состоянии!*

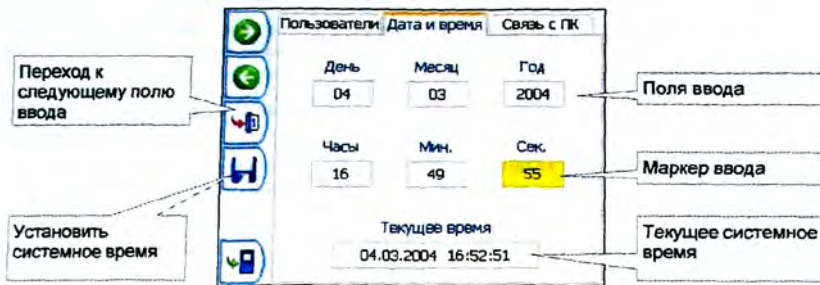


Рис. 27. Экран установки системного времени

Для установления сеанса связи прибора УД4-Т с персональным компьютером необходимо выбрать закладку «Связь с ПК» (рис. 28). При этом на экране отобразится окно установления соединения с ПК (рис. 28). Установление соединения с ПК осуществляется через интерфейс, выбранный в меню выбора интерфейса: последовательный порт RS232 или инфракрасный порт IRDA (рис. 28). Активный (выбранный) интерфейс выделен маркером меню. Выбор интерфейса осуществляется при помощи клавиши **F3**.



Рис. 28. Окно установления соединения с ПК

После выбора интерфейса связи с ПК необходимо активизировать программное обеспечение для работы с УД4-Т на персональном компьютере. При этом индикатор состояния соединения с ПК должен перейти в состояние «связь с ПК» (рис. 28).

При помощи клавиши **F4** можно включить/выключить режим передачи изображения на ПК. Просмотр переданного с экрана прибора на ПК изображения осуществляется при помощи программы «UDScreenCapture», поставляемой вместе с прибором.

#### *Справочная информация*

Для того чтобы просмотреть основную информацию о приборе необходимо в программе начальной заставки активизировать пункт меню «Справка». При этом на экране УД4-Т отобразится окно информации «О приборе» (рис. 29).



Рис. 29. Окно информации о приборе

В верхней части окна информации о приборе отображены основные идентификационные данные, а также версии основных компонентов прибора УД4-Т:

**ID** Идентификационный номер; **FPGA** Версия прошивки FPGA;  
**SN** Серийный номер; **Gen** Версия генератора;  
**OS** Версия прошивки ядра ОС; **Char** Версия устройства зарядки.  
**Hw** Версия аппаратуры;

*Программа «Состояние батареи»*

Программа «Состояние батареи» предназначена для получения более обширной информации о статусе встроенной батареи (рис. 30). Запуск программы можно осуществить либо нажав клавишу **?**, либо выбрав программу «Состояние батареи» из списка программ.

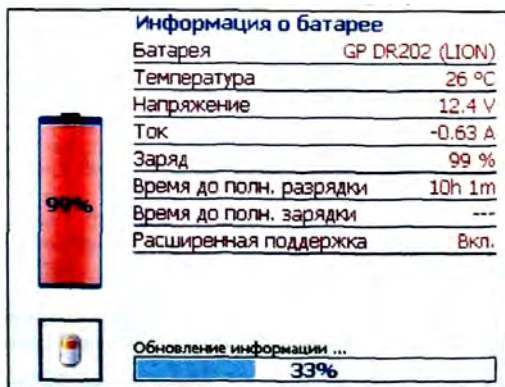


Рис. 30. Программа «Состояние батареи»

Одновременное нажатие энкодера и клавиши **F2** приводит к выводу на экран дополнительной информации о состоянии батареи.

По умолчанию в Зарядном Устройстве активизирована функция расширенной поддержки «умных» (*SMBus* – совместимых) батарей. Это позволяет отображать на экране полную информацию о батарее

– ее тип, температуру, текущее напряжение и другие параметры. Для работы с обычными не – *SMBus* батареями эта функция может быть отключена одновременным нажатием энкодера и клавиши **F1**, при этом если прибором будет обнаружена «умная» батарея, информация о ней будет выводиться в полном объеме. При явных признаках неработоспособности «умной» батареи (слишком короткое время заряда, некорректное отображение информации и т. д.), батарея может быть заряжена в режиме отключенной расширенной поддержки. Отключение расширенной поддержки осуществляется одновременным нажатием энкодера и клавиши **F1**.

### **3. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов»**

Целью выполнения лабораторных работ является практическое закрепление студентами теоретических знаний, полученных при изучении лекционного материала по дисциплине. Перед выполнением лабораторной работы студент получает допуск к её выполнению. При подготовке к допуску студент изучает не только материал, представленный в данном издании, но и теоретические положения по работе, изложенные в курсе лекций.

После выполнения работы студент готовит отчет, в котором сформулированы цели работы, основные теоретические положения и результаты проведенной лабораторной работы. Отчет лабораторной работы должен включать:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- описание цели лабораторной работы;
- краткое описание принципа действия прибора или схемы установки;
- необходимые графики, таблицы с результатами испытаний.

#### **Лабораторная работа № 1**

##### **Изучение параметров работы специализированной программы дефектоскопа УД4-Т**

###### **Цель работы:**

1. Изучить структуру меню программы «Дефектоскоп общего назначения», параметры работы с программой.
2. Отработать практические навыки по настройке прибора и основных параметров программы.

Специализированная программа «Дефектоскоп общего назначения» реализует функциональные возможности ультразвукового дефектоскопа. Управление программой организовано через систему меню. Все параметры работы программы разбиты на группы и, в зависимости от выбранной группы параметров, можно изменять различные параметры.

Выбор группы параметров осуществляется при помощи горизонтального меню, расположенного в нижней части экрана.



Управление меню выбора группы параметров осуществляется при помощи энкодера.

Выбор параметра осуществляется при помощи вертикального меню, расположенного в левой части экрана. Каждый параметр соответствует одной из функциональных клавиш  $F1$ ,  $F2$ ,  $F3$ ,  $F4$ ,  $F5$  или  $F6$ .

### Структура меню программы «Дефектоскоп общего назначения»

| Группы    | Параметры              |          |                     |                                     |           |              |
|-----------|------------------------|----------|---------------------|-------------------------------------|-----------|--------------|
|           | Функциональные клавиши |          |                     |                                     |           |              |
|           | $F1$                   | $F2$     | $F3$                | $F4$                                | $F5$      | $F6$         |
| Развертка | Усиление               | Задержка | Шкала/<br>Параметры | Накопление/<br>Результат/<br>Маркер | Заморозка | Длительность |

| Группы            | Параметры              |                                   |                            |                                  |                              |                                       |
|-------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                   | Функциональные клавиши |                                   |                            |                                  |                              |                                       |
|                   | <i>F1</i>              | <i>F2</i>                         | <i>F3</i>                  | <i>F4</i>                        | <i>F5</i>                    | <i>F6</i>                             |
| <b>Строб</b>      | Стробы/АРД             | Амплитуда/Начало                  | Начало/Ширина              | Ширина/Брак. уров.               | Режим/Контр. уров.           | Брак, уров./Поиск, уров./Поиск, уров. |
| <b>АСД</b>        | Режим                  | Звук                              | Индикация                  | Выбор звука                      | Параметры                    | -                                     |
| <b>ВРЧ</b>        | ВРЧ                    | Режим ВРЧ/Выбор точки/Усиление    | Положение/Амплитуда строба | Усиление/Усил. ВРЧ/Начало строба | Добавить точку/Ширина строба | Удалить точку/Добавить                |
| <b>Обработка</b>  | Детектор               | Фильтр                            | Усреднение/Частота         | Отсечка/Полоса                   | Синхронизация                | Режим ПЭП                             |
| <b>ПЭП</b>        | Частота/ПЭП            | Стрела ПЭП/Плавн. регул./В работу | Угол/Сортировка            | Задержка                         | Номер ПЭП                    | Архив/Отмена                          |
| <b>Генератор</b>  | Импульс                | Задержка                          | Выбор зоны                 | Тип зоны                         | Длительность зоны            | Напряжение                            |
| <b>Объект</b>     | Скорость               | Толщина                           | Затухание                  | Реж. калибр/Образец              | Калибровка/Вещество          | Справ. табл.                          |
| <b>Экран</b>      | Сетка                  | В-скан/Д-скан                     | АРУ                        | Параметры                        |                              |                                       |
| <b>Настройки</b>  | Выбор настройки        | Загрузить                         | Сохранить                  | Сортировка                       | Удалить                      | Удалить все                           |
| <b>Результаты</b> | Результат              | Просмотр                          | Сортировка                 | Удаление                         | Удалить все/ Вид             | Прокрутка                             |
| <b>Программа</b>  | Выход                  | О программе                       | Сброс. парам.              | -                                | -                            | -                                     |

**Параметры работы программы  
«Дефектоскоп общего назначения»**

| <b>Группы</b>    | <b>ФК</b> | <b>Параметр</b>      | <b>Описание</b>  |
|------------------|-----------|----------------------|--|
| <b>1</b>         | <b>2</b>  | <b>3</b>             | <b>4</b>   |
| <b>Развертка</b> | <b>F1</b> | <b>Усиление, дБ</b>  | Регулировка усиления приемного тракта с шагом 0,1 дБ   |
|                  | <b>F2</b> | <b>Задержка, мкс</b> | Задержка вывода сигнала на экран. Может принимать значения от 0 до 1600 мкс с шагом 0,025 мкс.   |
|                  | <b>F3</b> | <b>Шкала</b>         | Управление шкалой. Может принимать значения: «Выкл» - шкала отключена; «мкс» - длительность развертки отображается в микросекундах; «мм» - длительность развертки отображается в миллиметрах. Данный параметр является активным только в случае, если Заморозка выключена, (см. п. «Заморозка»)  |
|                  |           | <b>Параметры</b>     | Вывод на экран параметров сигнала. Может принимать значения: «Выкл» - параметры сигнала не выводятся; «Вкл.» - параметры сигнала выводятся. Данный параметр является активным только в случае, если Заморозка включена, (см. п. «Заморозка»), а также если значение параметра «В-скан/Д-скан» из меню «Экран» соответствует значению «Выкл». |
|                  | <b>F4</b> | <b>Накопление</b>    | Режим накопления. «Вкл» - включен, «Выкл» - отключен. Активен, если Заморозка выключена, (см. п. «Заморозка» ) и если значение параметра «В-скан/Д-скан» из меню «Экран» соответствует значению «Выкл».  |
|                  |           | <b>Результат</b>     | Сохранение результата. Активен, если заморозка включена, (см. п. «Заморозка») и если значение параметра «В-скан/Д-скан» из меню «Экран» соответствует значению «Выкл».   |
|                  |           | <b>Маркер</b>        | Выбор направления перемещения маркера определения параметров сигнала по В- и Д-сканам. Может принимать значения: «Горизонталь» - перемещение маркера по горизонтали;   |



| Группы       | ФК            | Параметр   | Описание  |
|--------------|---------------|--|---|
| 1            | 2             | 3  | 4   |
|              |               |  | «Вертикаль» – перемещение маркера по вертикали. Активен, если значение параметра «В-скан/D-скан» из меню «Экран» соответствует значению «В-скан», либо «D-скан (TOFD)».                 |
|              | <b>F5</b>     | <b>Заморозка</b>   | Заморозка сигнала. «Вкл» – включена, «Выкл» – отключена.  |
|              | <b>F6</b>     | <b>Длительность, мкс</b>   | Длительность развертки. Может принимать значения от 8 до 76 мкс с шагом 1 мкс. В случае детектированного сигнала длительность развертки может принимать значение от 8 до 1000 мкс.      |
| <b>Строб</b> | <b>F1</b>     | <b>Стробы/АСД</b>  | Выбор режима работы: со стробами или с АРД-диаграммой. Позволяет выбрать один из стробов («Строб А» или «Строб В»), либо режима работы с АРД-диаграммой («АРД»).                        |
|              | <b>F2</b>     | <b>Амплитуда</b>   | Амплитуда браковочного уровня. Задается в процентах от высоты экрана. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «Строб А» или «Строб В»                               |
|              |               | <b>Начало</b>  | Задание начала зоны АСД для АРД-диаграммы. Может принимать значения от 0 до значения 500 мкс. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «АРД»                         |
|              | <b>F3</b>     | <b>Начало</b>  | Задание начала строба. Может принимать значения от 0 до значения 1600 мкс за вычетом ширины строба. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «Строб А» или «Строб В» |
|              |               | <b>Ширина</b>  | Задание ширины зоны АСД для АРД-диаграммы. Может принимать значения от 0 до значения 500 мкс. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «АРД»                         |
| <b>F4</b>    | <b>Ширина</b> | Задание ширины строба. Может принимать значения от 0 до значения 1600 мкс. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «Строб А» или «Строб В» |   |

| Группы     | ФК        | Параметр            | Описание  |
|------------|-----------|---------------------|---|
| 1          | 2         | 3                   | 4   |
|            |           | <b>Брак. уров.</b>  | Задание значения браковочного уровня АРД-диаграммы в мм <sup>2</sup> . Может принимать значения от 0 до значения 100 мм <sup>2</sup> . Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «АРД»  |
|            | <b>F5</b> | <b>Режим</b>        | Режим срабатывания АСД. «Выше» – максимальная амплитуда сигнала в зоне строба выше или равна амплитуде строба, «Ниже» – максимальная амплитуда сигнала в зоне строба ниже амплитуды строба. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «Строб А» или «Строб В» |
|            |           | <b>Контр. уров.</b> | Задание значения контрольного уровня АРД-диаграммы в дБ относительно браковочного уровня. Может принимать значения от 0 до значения 20 дБ. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «АРД»  |
|            | <b>F6</b> | <b>Контр. уров.</b> | Амплитуда контрольного уровня относительно браковочного уровня. Задается в дБ. Может принимать значение от 0 до 20 дБ с шагом 0,1 дБ. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «Строб А» или «Строб В»   |
|            |           | <b>Поиск. уров.</b> | Амплитуда поискового уровня относительно браковочного уровня. Задается в дБ. Может принимать значение от 0 до 20 дБ с шагом 0,1 дБ. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «Строб А» или «Строб В»   |
|            |           | <b>Поиск. уров.</b> | Задание значения поискового уровня АРД-диаграммы в дБ относительно браковочного уровня. Может принимать значения от 0 до значения 20 дБ. Активен, если значение параметра «Стробы/АРД» соответствует «АРД»  |
| <b>АСД</b> | <b>F1</b> | <b>Режим</b>        | Управление АСД. «Выкл» – АСД отключена, «Строб А» – АСД срабатывает только при наличии дефекта в зоне строба А, «Строб В» – АСД срабатывает только при наличии дефекта в зоне строба В, «Строб А и В» – АСД срабатывает   |

| Группы     | ФК        | Параметр               | Описание  |
|------------|-----------|------------------------|---|
| 1          | 2         | 3                      | 4   |
|            |           |                        | только при обнаружении дефекта в зонах обоих стробов одновременно, «Строб А или В» – АСД срабатывает обнаружении дефекта в зоне одного из стробов.  |
|            | <b>F2</b> | <b>Звук</b>            | Управление звуковой сигнализацией. «Вкл» – включена, «Выкл» – отключена.  |
|            | <b>F3</b> | <b>Индикация</b>       | Управление световой сигнализацией. «Вкл» – включена, «Выкл» – отключена.  |
|            | <b>F4</b> | <b>Выбор звука</b>     | Выбор звука АСД. Выбор возможен из 3-х звуковых сигналов. Выбранный сигнал автоматически воспроизводится.   |
|            | <b>F5</b> | <b>Параметры</b>       | Выбор параметров отображаемых на экране поверх А-Скана. Может принимать значения: «Показать» и «Скрыть».  |
| <b>ВРЧ</b> | <b>F1</b> | <b>ВРЧ</b>             | Режим усиления «Вкл» – ВРЧ, «Выкл» – прямое усиление, ВРЧ.  |
|            | <b>F2</b> | <b>Режим ВРЧ</b>       | Выбор режима построения ВРЧ. «Ручной» – ручное построение кривой ВРЧ. «Автомат» – автоматическое построение кривой ВРЧ, с возможностью последующей коррекции в ручном режиме.                   |
|            |           | <b>Выбор точки</b>     | Выбор точки на кривой ВРЧ для задания ее параметров. Параметр доступен только при включенном режиме ВРЧ.  |
|            |           | <b>Усиление</b>        | Регулировка усиления приемного тракта с шагом 0,1 дБ  |
|            | <b>F3</b> | <b>Положение, мкс</b>  | Положение выбранной точки на кривой ВРЧ. Может принимать значение от положения предыдущей точки до положения следующей точки на кривой ВРЧ. Параметр доступен только при включенном режиме ВРЧ. |
|            |           | <b>Ампл. строба, %</b> | Амплитуда строба. Задается в процентах от высоты экрана.  |
|            | <b>F4</b> | <b>Усиление</b>        | Задаёт усиление выбранной точки. Может принимать значение от 40 до 170 дБ. Параметр доступен только при включенном режиме ВРЧ.  |

| Группы    | ФК               | Параметр                | Описание  |   |
|-----------|------------------|-------------------------|---|---|
| 1         | 2                | 3                       | 4   |   |
|           |                  | <b>Усил. ВРЧ</b>        | Задаёт общее усиление кривой ВРЧ. Данный параметр активен только, когда выбрана последняя точка кривой ВРЧ. Более подробно см. в описании работы с ВРЧ.                               |   |
|           |                  | <b>Нач. строба, мкс</b> | Задаёт начало строба. Может принимать значения от 0 до значения 1600 мкс за вычетом ширины строба.  |   |
|           | <b>F5</b>        | <b>Добавить точку</b>   | Добавляет новую точку на кривой ВРЧ.  |   |
|           |                  | <b>Шир. строба, мкс</b> | Задаёт ширину строба. Может принимать значения от 0 до значения 1600 мкс за вычетом значения начала строба.   |   |
|           | <b>F6</b>        | <b>Удалить точку</b>    | Удаляет выбранную точку на кривой ВРЧ.  |   |
|           |                  | <b>Добавить</b>         | Добавить точку на кривую ВРЧ, параметры которой задаются стробом.   |   |
|           | <b>Обработка</b> | <b>F1</b>               | <b>Детектор</b>   | Управление детектором. «Вкл» – включен, «Выкл» – отключен.  |
|           |                  | <b>F2</b>               | <b>Фильтр</b>   | Фильтр. Может принимать значение: «Выкл.» – фильтр выключен; «Х.Х МГц» – фильтр включен. Х.Х МГц – частота фильтра; «Параметры» – фильтр включен. Задание параметров фильтра. |
| <b>F3</b> |                  | <b>Усреднение</b>       | Усреднение сигнала перед выводом на экран с целью избавления от шумов. Число задает количество запусков генератора, по которым производится усреднение. Максимальное количество – 16. |   |
|           |                  | <b>Частота</b>          | Частота фильтра. Может принимать значение от 1,0 до 10,0 МГц с шагом 0,1 МГц. Активен только, если значение параметра «Фильтр» равно «Параметры».                                     |   |
| <b>F4</b> |                  | <b>Отсечка, %</b>       | Отсечка сигналов. Задается в процентах от высоты экрана. Работает только при включенном детекторе.  |   |
|           |                  | <b>Полоса</b>           | Полоса пропускания фильтра. Может принимать значение от 0,5 до 2,0 МГц с шагом 0,1 МГц. Активен только, если значение параметра «Фильтр» равно «Параметры».                           |   |

| Группы     | ФК             | Параметр  | Описание  |
|------------|----------------|---|---|
| 1          | 2              | 3   | 4   |
|            | <i>F5</i>      | <b>Синхронизация</b>  | Внешняя синхронизация. Может принимать значения: «Выкл.» – внешняя синхронизация отключена, «Вкл.» – внешняя синхронизация включена   |
|            | <i>F6</i>      | <b>Режим ПЭП</b>  | Режим работы ПЭП. «Раздельный» – Раздельный режим работы ПЭП. «Совмещенный» – Совмещенный режим работы ПЭП.   |
| <b>ПЭП</b> | <i>F1</i>      | <b>Частота</b>  | Частота ПЭП. Может принимать стандартные значения частот: 1,25; 1,82; 2,5; 5,0; 10,0 МГц, а также «Форма имп.», либо «Плавн. регул.». При установленном значении «Форма имп.» появляется возможность задать форму возбуждающего импульса генератора вручную (см. п. Генератор→Импульс). Активен, если параметр «Архив» не выбран, (см. п. «Архив»). При установленном значении «Плавн. регул.» появляется возможность плавного задания значения частоты ПЭП в диапазоне 0,4 – 10 МГц (см. параметр «Плавн. регул.»). Активен, если параметр «Архив» не выбран, (см. п. «Архив») |
|            |                | <b>ПЭП</b>  | Перемещение по таблице параметров ПЭП. Активен, если выбран параметр «Архив», (см. п. «Архив»).   |
|            | <i>F2</i>      | <b>Стрела ПЭП</b>   | Задание стрелы ПЭП в мм. Может принимать значение от 0 до 50 мм с шагом 0,1 мм. Активен, если параметр «Частота» не равен «Плавн. регул.» и если параметр «Архив» не выбран.  |
|            |                | <b>Плавн. регул.</b>  | Плавное задание значения частоты ПЭП от 0,4 до 10 МГц. Активен, если в качестве значения параметра «Частота» выбрано «Плавн. регул.»  |
|            |                | <b>В работу</b>   | Загрузка параметров ПЭП, выбранного в таблице параметров. Активен, если выбран параметр «Архив», (см. п. «Архив»)   |
| <i>F3</i>  | <b>Угол, °</b> | Угол ввода УЗК в материал. Активен, если параметр «Архив» не выбран, (см. п. «Архив») Сортировка таблицы параметров ПЭП. «По номеру» – сортировка по номеру ПЭП; «По углу |   |

| Группы           | ФК        | Параметр                     | Описание  |
|------------------|-----------|------------------------------|---|
| 1                | 2         | 3                            | 4   |
|                  |           | <b>Сортировка</b>            | сортировка по углу ПЭП; «По частоте» – сортировка по частоте ПЭП; «По дате» – сортировка по дате снятия параметров ПЭП; Активен, если выбран параметр «Архив», (см. п. «Архив»)   |
|                  | <b>F4</b> | <b>Задержка, мкс</b>         | Задержка в призме ПЭП. Может принимать значения от 0 до 100 мкс с шагом 0,001 мкс. Активен, если параметр «Архив» не выбран, (см. п. «Архив»)   |
|                  | <b>F5</b> | <b>Номер ПЭП</b>             | Серийный номер ПЭП. Служит для паспортизации ПЭП. Активен, если параметр «Архив» не выбран, (см. п. «Архив»)  |
|                  | <b>F6</b> | <b>Архив</b>                 | Архив параметров датчиков.  |
|                  |           | <b>Отмена</b>                | Выход из архива параметров датчиков без загрузки параметров в работу.   |
| <b>Генератор</b> | <b>F1</b> | <b>Импульс</b>               | Переключение в режим задания формы импульса генератора. Активен, если в качестве частоты в параметре «ПЭП→Частота» выбрана «Форма имп.».  |
|                  | <b>F2</b> | <b>Задержка, мкс</b>         | Задержка запуска генератора. Может принимать значения от 0 до 1600 мкс с шагом 0,025 мкс.   |
|                  | <b>F3</b> | <b>Выбор зоны</b>            | Выбор зоны импульса генератора для задания ее параметров. Становится активным при выборе параметра «Импульс».   |
|                  | <b>F4</b> | <b>Тип зоны</b>              | Задание типа выбранной зоны импульса генератора. Может принимать следующие значения: «Пауза» – пауза, «Положит.» – положительная полуволна, «Отрицат» – отрицательная полуволна, «Демпфер» – демпфер. Становится активным при выборе параметра «Импульс». |
|                  | <b>F5</b> | <b>Длительность зоны, нс</b> | Задаёт длительность выбранной зоны импульса генератора. Может принимать значение от 12,5 не до 12,8 мкс. Суммарная длительность всех зон не может превышать 12,8 мкс. Становится активным при выборе параметра «Импульс».                                 |

| Группы        | ФК                  | Параметр   | Описание   |
|---------------|---------------------|--|--|
| 1             | 2                   | 3  | 4  |
|               | <b>F6</b>           | <b>Напряже-<br/>ние</b>  | Задаёт амплитуду зондирующего импульса. «Выкл» – генератор выключен «U0» – 15 В, «U1» – 75 В, «U2» – 150 В, «U3» – 250 В.  |
| <b>Объект</b> | <b>F1</b>           | <b>Скорость</b>  | Скорость УЗК в контролируемом материале. Может принимать значение от 1000 до 12000 м/с.  |
|               | <b>F2</b>           | <b>Толщина</b>   | Толщина объекта контроля. Может принимать значение от 0 до 10000 мм.   |
|               | <b>F3</b>           | <b>Затухание</b>   | Задание значения затухания в материале в дБ/мм. Может принимать значение от 0 до 0,999 дБ/мм.  |
|               | <b>F4</b>           | <b>Режим калибров-<br/>ки</b>  | Выбор режима калибровки. Может принимать значения: «Умат. + Тзд» – вычисление скорости УЗК в материале и задержки в призме ПЭП; «Умат.» вычисление скорости УЗК в материале.   |
|               |                     | <b>Образец</b>   | Выбор стандартного образца для калибровки (определения скорости УЗК в материале и задержки в призме ПЭП). Может принимать значение «СОЗ» и «N2». Активен, если значение параметра «Справ. табл.» равно «Выкл.».      |
|               | <b>F5</b>           | <b>Калибровка</b>  | Запуск процесса калибровки.  |
|               |                     | <b>Вещество</b>  | Перемещение по таблице параметров материалов. Активен, если выбран параметр «Справ. табл.». Активен, если значение параметра «Справ. табл.» равно «Вкл.».  |
| <b>F6</b>     | <b>Справ, табл.</b> | Вывод на экран справочной таблицы, содержащей информацию о скоростях распространения УЗК различных материалах. Может принимать значение «Выкл.» и «Вкл.» |  |
| <b>Экран</b>  | <b>F1</b>           | <b>Сетка</b>   | Задаёт количество горизонтальных и вертикальных линий сетки. Возможные значения: «8x8», «10x8», «10x10», «12x10» и «12x12».  |
|               | <b>F2</b>           | <b>В-скан/D-скан</b>   | Отображение В- и D-сканов; «Выкл.» – выключено, «В-скан» – отображение В-скана, «D-скан (TOFD)» – отображение D-скана (TOFD). В- и D-скан отображаются только, если текущей группой параметров является «Развертка». |

| Группы            | ФК        | Параметр           | Описание   |
|-------------------|-----------|--------------------|--|
| 1                 | 2         | 3                  | 4  |
|                   | <i>F3</i> | <b>APY</b>         | Включение Автоматической Регулировки Усиления (APY) для возможности измерения амплитуды сигналов, превышающих уровень верхней линии экрана.  |
|                   | <i>F4</i> | <b>Параметры</b>   | Дополнительные параметры экрана. Может принимать значения: «Показать» и «Скрыть».  |
| <b>Настройки</b>  | <i>F1</i> | <b>Настройка</b>   | Выбор настройки.   |
|                   | <i>F2</i> | <b>Загрузить</b>   | Загрузка выбранной настройки. Восстанавливает параметры работы программы, ранее сохраненные в архиве настроек.   |
|                   | <i>F3</i> | <b>Сохранить</b>   | Сохранение настройки программы. Сохраняет все параметры работы программы в архиве для их последующего использования.   |
|                   | <i>F4</i> | <b>Сортировка</b>  | Сортировка списка настроек. «По имени» – упорядочивание списка настроек в алфавитном порядке, «По дате» – упорядочивание списка настроек по дате.  |
|                   | <i>F5</i> | <b>Удалить</b>     | Удаление выбранной настройки из архива настроек.   |
|                   | <i>F6</i> | <b>Удалить все</b> | Удаление всех настроек из архива.  |
| <b>Результаты</b> | <i>F1</i> | <b>Результат</b>   | Выбор результата   |
|                   | <i>F2</i> | <b>Просмотр</b>    | Просмотр выбранного результата. Может принимать значения «Выкл.» и «Вкл.»  |
|                   | <i>F3</i> | <b>Сортировка</b>  | Сортировка списка сохраненных результатов. «По имени» -упорядочивание списка настроек в алфавитном порядке, «По дате» – упорядочивание списка настроек по дате, «По пользов.» – упорядочивание списка настроек по имени пользователя в алфавитном порядке. Активен, если значение параметра «Просмотр» равно «Выкл.» |
|                   | <i>F4</i> | <b>Удаление</b>    | Удаление выбранного результата. Активен, если значение параметра «Просмотр» равно «Выкл.»  |
|                   | <i>F5</i> | <b>Вид</b>         | Вид отображения выбранного результата контроля. «Развертка» – отображение выбранного результата в виде развертки; «B-скан/D-скан» -  |



| Группы    | ФК        | Параметр      | Описание   |
|-----------|-----------|---------------|--|
| 1         | 2         | 3             | 4  |
|           |           |               | отображение в виде <i>B</i> - либо <i>D</i> -скана; «Таблица» – отображение выбранного результата в виде таблицы. Активен, если значение параметра «Просмотр» равно «Вкл.» |
|           |           | Удалить все   | Удаление всех результатов из архива. Активен, если значение параметра «Просмотр» равно «Выкл.»   |
|           | <i>F6</i> | Прокрутка     | Прокрутка таблицы параметров, сохраняемых в результате контроля. Активен, если значение параметра «Просмотр» равно «Вкл.»  |
| Программа | <i>F1</i> | Выход         | Завершение работы программы.   |
|           | <i>F2</i> | О программе   | Информация о программе   |
|           | <i>F3</i> | Сброс, парам. | Сброс параметров программы. Всем параметрам программы присваиваются значения по умолчанию.   |

### Последовательность действий по выполнению лабораторной работы

1. Изучить структуру меню программы «Дефектоскоп общего назначения».

2. Подготовьте дефектоскоп к работе с датчиком, предложенным преподавателем. Проверьте комплектность прибора, свидетельства о поверке.

3. Подключить ПЭП к прибору. Установите частоту ПЭП. Для этого с помощью энкодера найдите параметр «ПЭП» в меню программы, расположенной горизонтально. С помощью функциональной клавиши *F1* в вертикальном меню программы войдите в параметр «Частота». Установите частоту, указанную на ПЭП. Задайте все характеристики ПЭП доступные в этом меню.

4. Включите режим детектора. Меню «Обработка», клавишей *F1* войдите в меню «Детектор» и с помощью энкодера установите положение «Вкл.».

5. Установите длительность развертки. Меню «Развертка», клавишей *F1* войдите в меню «Усиление», установите необходимый уровень усиления (дБ).

6. Установите строб, амплитуду срабатывания. Меню «Строб», клавишей *F2* войдите в меню «Амплитуда», установите необходимую амплитуду сигнала. Далее клавишей *F3* войдите в меню «Начало» и установите точку начала строба, клавишей *F4* в меню «Ширина» задайте необходимую ширину строба для контроля.

7. Задайте скорость распространения ультразвука в исследуемом материале. Для этого зайдите в меню «Объект» и клавишей *F1* установите скорость звука в конкретном материале.

8. Установите задержку в призме по СО-ЗР. Настройка производится в меню «ПЭП» – «Задержка».

9. Сохраните настройки в памяти прибора. Сохранение настройки осуществляется нажатием функциональной клавиши, соответствующей параметру «Сохранение» из группы параметров «Настройки». В результате на экран будет выведена форма для ввода имени сохраняемой настройки. После ввода имени настройки и ее сохранения в таблице появится запись, содержащая имя сохраненной настройки, а также дату и время сохранения настройки.

Для выбора настройки из списка используется функциональная клавиша, соответствующая параметру «Настройка», а также энкодер.

10. Занесите в отчет по лабораторной работе информацию о типе используемого преобразователя дефектоскопа и порядке настройки прибора.

По итогам работы отчет должен содержать текстовое описание последовательности проведения настройки прибора и информацию о типе и параметрах используемых преобразователей. В программе дефектоскопа должны остаться сохраненные настройки прибора.

## Лабораторная работа № 2

### Выявление дефектов ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т с наклонным преобразователем

#### Цель работы:

1. Отработать практические навыки выявления дефектов в образцах ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т.
2. Научиться определять дефекты с помощью наклонного раздельно-совмещенного преобразователя.
3. Научиться классифицировать дефекты и оценивать их качество по нормативным документам.

В качестве контрольного образца используется плоское стыковое сварное соединение из стали марки Ст3 размером  $300 \times 200 \times 6$  мм.

#### Последовательность действий по выполнению лабораторной работы

1. Проведите внешний осмотр и убедитесь в пригодности изделия к контролю. В зоне перемещения ПЭП поверхность изделия должна быть очищена от брызг металла, загрязнений, отслаивающейся окалины, коррозии. Шероховатость поверхности  $Rz \leq 40$  мкм. Поверхность не должна иметь вмятин, забоин, неровностей. Ширина зачищаемой поверхности должна быть не менее:  $L_{\text{за}} = (2htg\alpha + 40)$  мм,  $\alpha$  – угол ввода преобразователя. Температура окружающей среды при контроле и изделия должны находиться в пределах от  $-100$  до  $+500$ .

2. Оцените готовность средств контроля (наличие комплектности и свидетельств о поверке).

3. Произведите проверку стрелы и угла ввода притертого ПЭП прямым лучом по СО-2 и СО-3. Фактический угол ввода не должен отличаться от угла нанесенного на маркировке ПЭП более чем на  $\pm 10$ . В противном случае заменить ПЭП.

4. Настройте чувствительность и глубиномер прибора по СОП. Настройку глубиномера производить установкой координат «Х» и «У» от ближнего отражателя в СОП путем регулировки задержки

времени в призме ПЭП в микросекундах (меню «Призма, мкс») с последующей проверкой координат дальнего отражателя однократно отраженным лучом. Настройка чувствительности производится по СОП прямым лучом от искусственного углового отражателя на глубине  $h$  мм, что соответствует браковочному уровню при настройке дефектоскопа.

5. Настройте диапазон контроля дефектоскопа. Настойка диапазона контроля дефектоскопа производится по СОП таким образом, чтобы сигнал, полученный однократно отраженным лучом от отражателя, соответствующего двойной толщине  $2h$  мм находился в пределах экрана дефектоскопа, а его положение соответствовало примерно  $2/3$  экрана.

6. Устанавливаются уровни по экрану дефектоскопа. Браковочный уровень – 50% экрана ( $0 \pm 0,2$  дБ). На данном уровне производится оценка характеристик дефектов по амплитуде эхо-сигнала. Контрольный уровень – 25% экрана ( $-6 \pm 0,2$  дБ). На данном уровне производится оценка характеристик эхо-сигналов от дефектов по условной протяженности. Поисковый уровень – устанавливается относительно браковочного  $-12 \pm 0,2$  дБ. На данном уровне производится поиск дефектов. Изменение положения уровней при контроле осуществляется с помощью меню «Усиление».

7. Настройте ВРЧ. Настройка ВРЧ с целью компенсации ослабления амплитуды эхо-сигналов, связанных с расхождением и затуханием ультразвука в материале изделия, производится по двум искусственным угловым отражателям (зарубкам) в СОП. Ближний отражатель – на глубине  $h$  мм, дальний отражатель на глубине  $-2h$  мм.

8. Произведите разметку изделия с целью привязки местоположения выявленных дефектов.

9. Перед контролем на поверхность нанести слой контактной смазки.

10. Проведите сканирование согласно схеме прозвучивания. Шаг сканирования не более 4 мм. Скорость сканирования не более 100 мм/с.

11. Измерьте характеристики выявленных дефектов: амплитуду (дБ), условную протяженность (мм), координаты X и Y (мм), количество (шт), местоположение дефекта в соответствии с разметкой. Условная протяженность измеряется по длине зоны между крайними положениями ПЭП. За крайние положения ПЭП принимают та-

кие, при которых амплитуда от эхо-сигналов от дефекта равны контрольному уровню.

12. Классифицируйте дефекты по величине. Протяженные дефекты – условная протяженность которых превышает 10мм. Непротяженные дефекты – условная протяженность которых не превышает условную протяженность 10 мм. Скопления – 3 и более единичных дефектов с расстоянием между ними не более трех линейных размеров наиболее протяженного дефекта.

13. Дайте оценку качества изделия по нормативному документу. Удовлетворительное качество (балл 2) – амплитуда эхо-сигнала меньше браковочного уровня, условные размеры и количество дефектов не превышают допустимый уровень согласно нормативному документу. Неудовлетворительное качество (балл 1) – амплитуда эхо-сигнала равна и выше браковочного уровня, условные размеры и количество дефектов превышают допустимый уровень согласно нормативному документу.

14. Запишите результаты контроля в отчет по лабораторной работе.

### **Пример оформления результатов**

**Тип образца:** плоское стыковое сварное соединение

**Геометрические размеры:** 300 × 200 × 6 мм

**Материал:** сталь 3

**Вид сварки:** ручная дуговая

**Тип разделки кромок:** V-образная

**Приборы и средства контроля:**

ультразвуковой дефектоскоп УД-4Т,  
преобразователь П121-5,0-50, СО-2, СО-3,

СОП в виде пластины с зарубкой

**Метод контроля:** эхо - импульсный

**Эскиз объекта контроля** (фрагмент металлоконструкции):

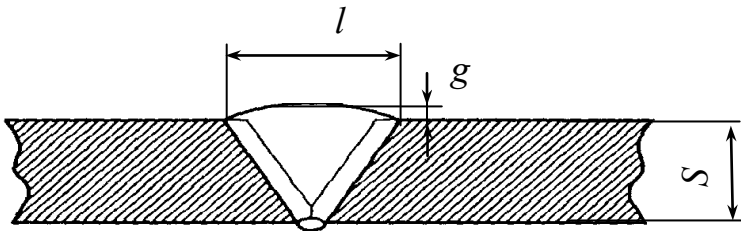
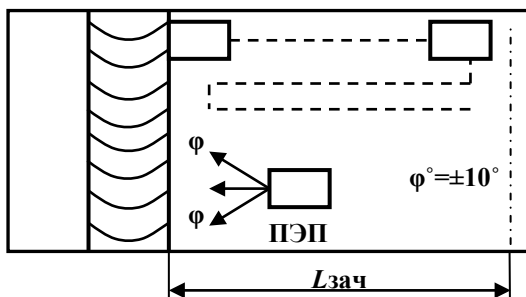
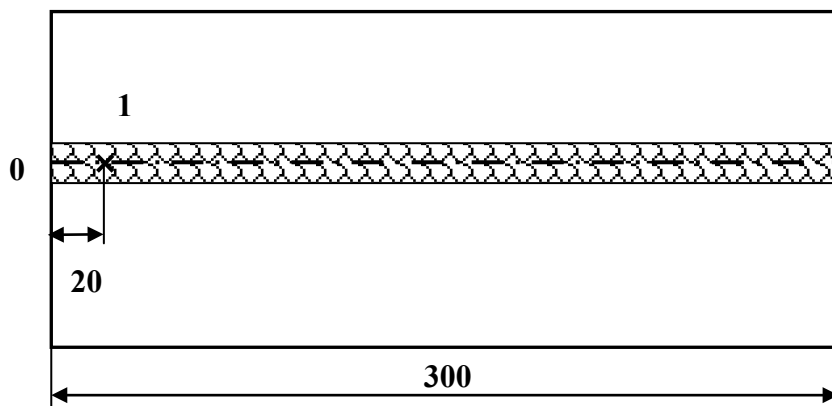


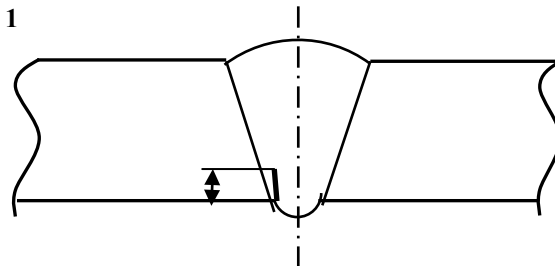
Схема прозвучивания: прямым и однократно отраженным лучом.



Наименование объекта контроля: сварной шов и околошовная зона

№ образца: 1





### Выявленные дефекты

| № п/п | Координаты дефекта, мм | Тип дефекта | Размер дефекта, мм | Протяженность дефекта, мм |
|-------|------------------------|-------------|--------------------|---------------------------|
| 1.    | 20                     | подрез      | 1,0                | 10                        |
| 2.    |                        |             |                    |                           |
| 3.    |                        |             |                    |                           |
| 4.    |                        |             |                    |                           |
| 5.    |                        |             |                    |                           |
| 6.    |                        |             |                    |                           |
|       |                        |             |                    |                           |

## Лабораторная работа № 3

### Выявление дефектов ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т с прямым преобразователем

#### Цель работы:

1. отработать практические навыки выявления дефектов в образцах ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т.
2. научиться определять дефекты с помощью прямого раздельно-совмещенного преобразователя.

В качестве контрольных образцов используются бруски из стали марки Ст3 размером 50x50x50 мм. Все отверстия имеют разные диаметры.

#### Последовательность действий по выполнению лабораторной работы

1. Проведите внешний осмотр и убедитесь в пригодности изделия к контролю. В зоне перемещения ПЭП поверхность изделия должна быть очищена от брызг металла, загрязнений, отслаивающейся окалины, коррозии. Шероховатость поверхности  $Rz \leq 40$  мкм. Поверхность не должна иметь вмятин, забоин, неровностей. Температура окружающей среды при контроле и изделия должны находиться в пределах от  $-100$  до  $+500$ .
2. Оцените готовность средств контроля (наличие комплектности и свидетельств о поверке).
3. Подсоедините к блоку дефектоскопу прямой совмещенный датчик-преобразователь.
4. Произведите проверку ПЭП по СО-2.
5. Настройте диапазон контроля дефектоскопа. Настойка диапазона контроля дефектоскопа производится таким образом, чтобы сигнал, полученный отраженным лучом от отражателя, находился в пределах экрана дефектоскопа, а его положение соответствовало примерно 2/3 экрана.
6. Устанавливаются уровни по экрану дефектоскопа. Браковочный уровень – 50% экрана ( $0 \pm 0,2$  дБ). На данном уровне производится оценка характеристик дефектов по амплитуде эхо-сигнала.



Контрольный уровень – 25% экрана ( $-6\pm 0,2$  дБ). На данном уровне производится оценка характеристик эхо-сигналов от дефектов по условной протяженности. Поисковый уровень – устанавливается относительно браковочного  $-12\pm 0,2$  дБ. На данном уровне производится поиск дефектов. Изменение положения уровней при контроле осуществляется с помощью меню «Усиление».

7. Произведите разметку изделия с целью привязки местоположения выявленных дефектов.

8. Перед контролем на поверхность нанести слой контактной смазки.

9. Проведите сканирование согласно схеме прозвучивания. Шаг сканирования не более 4 мм. Скорость сканирования не более 100 мм/с. Контроль проводить со всех доступных сторон.

10. Измерьте характеристики выявленных дефектов: амплитуду (дБ), количество (шт), местоположение дефекта в соответствии с разметкой.

11. Запишите результаты контроля в отчет по лабораторной работе. Координаты отверстий следует нанести на чертёж бруска. Расстояния до дефекта могут быть указаны как до точки отражения в дефекте (в этом случае они совпадают с показаниями дефектоскопа), так и до центра отверстия (в этом случае следует учитывать расстояние между центром отверстия и точкой отражения).

### **Пример оформления результатов**

**Тип образца:** образец прямоугольной формы с отверстиями с плоским дном

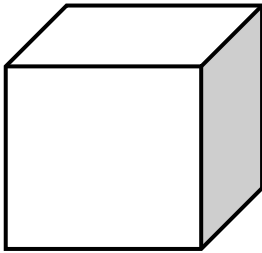
**Геометрические размеры:**  $50 \times 50 \times 50$  мм

**Материал:** сталь

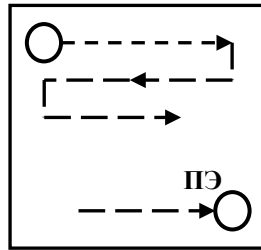
**Приборы и средства контроля:** ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т, преобразователь с частотой 5 МГц, СО-2

**Метод контроля:** эхо - импульсный

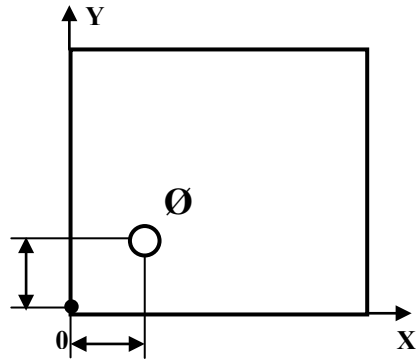
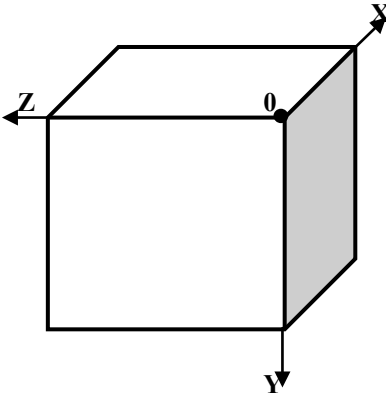
### Эскиз объекта контроля



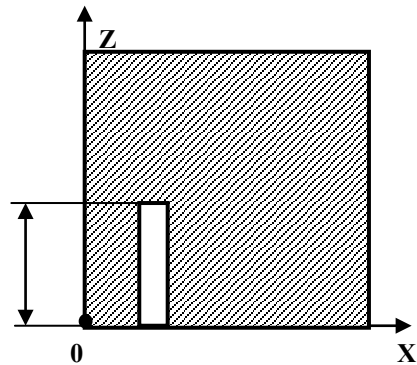
### Схема прозвучивания



### Оформление результатов контроля



| Координаты и размеры дефектов, мм |     |     |     |             |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-------------|
| № п/п                             | $x$ | $y$ | $z$ | $\emptyset$ |
| 1                                 | 10  | 10  | 25  | 5           |
| 2                                 |     |     |     |             |



## Лабораторная работа № 4

### Измерение толщины образцов ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т

#### Цель работы:

1. отработать практические навыки измерения толщины образцов ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т;
2. определение толщины образцов по скорости распространения ультразвука в исследуемом материале, а также измерение скорости звука в материале при заданной толщине.

В качестве контрольных образцов используются бруски из стали, алюминия с размером 50x50x20 мм.

#### Последовательность действий по выполнению лабораторной работы

1. Проведите внешний осмотр и убедитесь в пригодности изделия к контролю. В зоне перемещения ПЭП поверхность изделия должна быть очищена от брызг металла, загрязнений, отслаивающейся окалины, коррозии. Шероховатость поверхности  $Rz \leq 40$  мкм. Поверхность не должна иметь вмятин, забоин, неровностей. Температура окружающей среды при контроле и изделия должны находиться в пределах от  $-100$  до  $+500$ .
2. Оцените готовность средств контроля (наличие комплектности и свидетельств о поверке).
3. Подсоедините к блоку дефектоскопу прямой совмещённый датчик-преобразователь.
4. Произведите проверку ПЭП по СО-2.
5. Настройте диапазон контроля дефектоскопа. Настойка диапазона контроля дефектоскопа производится таким образом, чтобы сигнал, полученный отраженным лучом от отражателя, находился в пределах экрана дефектоскопа, а его положение соответствовало примерно 2/3 экрана.
6. Нанесите разметку на образец.
7. Перед контролем на поверхность нанести слой контактной смазки.

8. Определите скорость распространения ультразвука в материале образцов. Для этого нужно измерить штангенциркулем толщину контрольной пластины, (изготовленной из того же материала, что и образцы) и затем с помощью дефектоскопа определить скорость распространения ультразвука в ней. Выберите место установки на пластине ультразвукового преобразователя, слегка прижмите к поверхности образца. На экране дефектоскопа появится значение скорости распространения ультразвука в образце. Проведите не менее 3-х замеров скорости распространения ультразвука на исследуемой поверхности.

9. Замерьте дефектоскопом толщины образцов. Установите в меню дефектоскопа скорость звука исследуемого материала, выберите место установки на образце ультразвукового преобразователя, слегка прижмите к поверхности образца. На дисплее появится значение измеренной толщины материала. Проведите не менее 3-х замеров толщины на исследуемой поверхности.

10. Запишите результаты контроля в отчет по лабораторной работе.

|                            |          |          |          |          |          |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Номер образца</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Толщина образца, мм</b> |          |          |          |          |          |

### Значения скоростей распространения ультразвука для некоторых материалов

| <b>Материал</b> | <b>Скорость распространения звука, м/с</b> |
|-----------------|--|
| Алюминий        | 6260                                       |
| Железо и сталь  | 5900                                       |
| Медь            | 4640                                       |

## Лабораторная работа № 5

### Разработка технологических карт для ультразвукового метода неразрушающего контроля

#### Цель работы:

1. научиться составлять и работать с технологическими картами неразрушающего контроля;
2. научиться работать с нормативными документами на объекты контроля.

#### Последовательность действий по выполнению лабораторной работы

Технологическая карта предназначена для ультразвукового контроля металлоконструкций в процессе производства, ремонта и эксплуатации. Карта устанавливает порядок ультразвукового контроля.

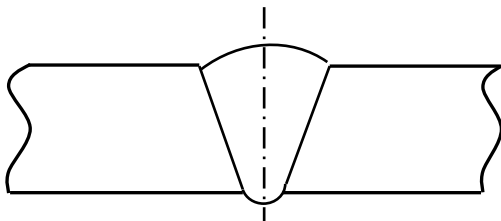
Порядок заполнения технологической карты для контроля изделия:

1. Область применения \_\_\_\_\_  
(укажите производственные сектора, сектора продукции)
2. Цель контроля \_\_\_\_\_  
(например, выявление дефектов в исследуемом изделии)
3. Технические нормативные правовые акты (ТНПА) \_\_\_\_\_  
(укажите нормативные документы по методу и объекту контроля)
4. Требование к качеству \_\_\_\_\_  
(укажите нормативные документы по оценке качества изделия)
5. Изделие \_\_\_\_\_  
(например, стыковое сварное соединение труб)
6. Геометрические размеры \_\_\_\_\_
7. Марка материала \_\_\_\_\_
8. Объем работы \_\_\_\_\_  
(зона контроля (например, шов, зона термического влияния))
9. Приборы и средства контроля \_\_\_\_\_  
(перечень приборов, преобразователей, стандартных образцов)
10. Метод контроля \_\_\_\_\_  
(например, эхо-импульсный метод)

11. Схема прозвучивания \_\_\_\_\_

(прямым или однократно отраженным лучом)

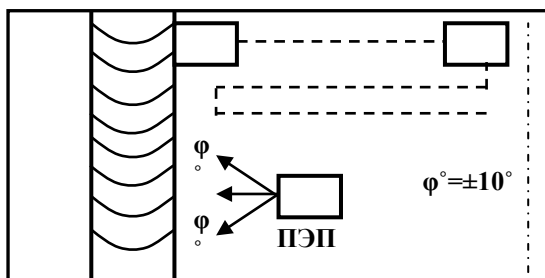
12. Эскиз контролируемого изделия (с указанием его номера, наименования, основных размеров)



13. Подробные указания по проведению контроля:

- Оцените степень готовности поверхности к проведению контроля.
- Оцените готовность средств контроля (наличие комплектности и свидетельств о поверке).
- Проверьте работоспособность прибора по СО-2, СО-3, СОП.
- Установите зону контроля на экране прибора.
- Произведите разметку изделия с целью привязки местоположения выявленных дефектов.
- Нанесите на поверхность контроля слой контактной смазки.
- Проведите сканирование согласно схеме прозвучивания. Шаг сканирования не более 4 мм.

Скорость сканирования не более 100 мм/с. Контроль проводите со всех доступных сторон.



– Измерьте характеристики выявленных дефектов: амплитуду (дБ), количество (шт), местоположение дефекта в соответствии с разметкой.

14. Запишите результаты контроля. Дайте оценку качества.

### Результаты контроля

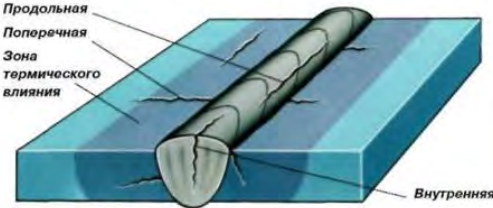
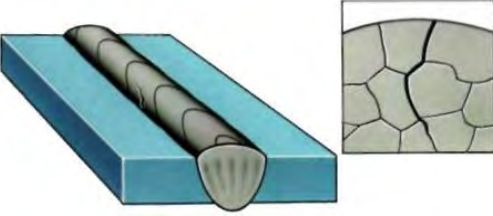
| Номер и наименование образца | Наименование выявленных отклонений и дефектов | Размер выявленных дефектов | Номинальные значения и допустимые отклонения параметров по ТНПА | Оценка качества |
|------------------------------|---|----------------------------|---|-----------------|
|                              |   |                            |   |                 |
|                              |   |                            |   |                 |
|                              |   |                            |   |                 |
|                              |   |                            |   |                 |
|                              |   |                            |   |                 |

Разработал \_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

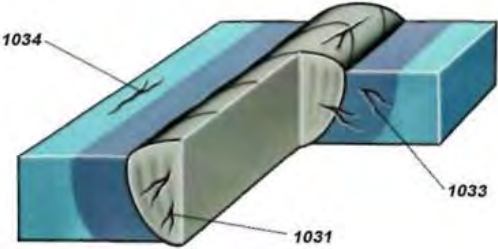

## Приложение

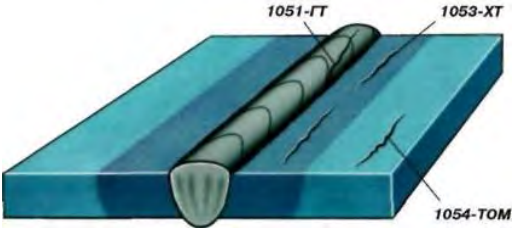
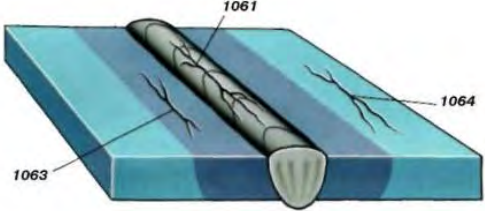
### Межгосударственный стандарт ГОСТ 30242–97 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением Классификация, обозначение и определения

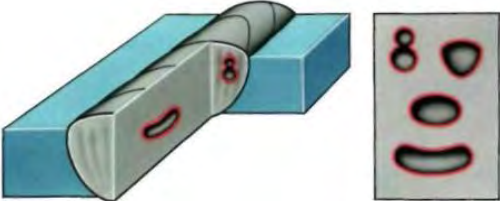
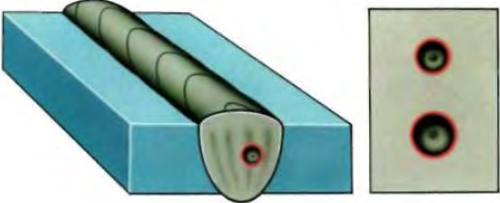
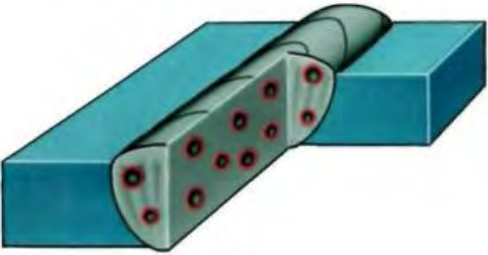
|   |  |
|---|--|
| <p>Трещины (100; <i>e</i>)</p> <p>Несплошность, вызванная местным разрушением шва и его охлаждением, либо действием нагрузок</p> <p>Недопустимы, так как являются концентратором напряжения и очагом разрушения</p> | <p>Внешние признаки: разрывы металла по границам кристаллизующихся зерен или по самим кристаллам металла сварного соединения.</p>         |
| <p>Трещина микроскопических размеров, которую обнаруживают физическими методами не менее чем при 10-кратном увеличении</p> <p>Недопустима, так как является очагом развития макротрещины</p>                        | <p>Внешние признаки: микроскопические разрывы по границам зерен металла.</p>   |
| <p>Продольная трещина (101; <i>Ea</i>)</p> <p>Трещина, ориентированная вдоль сварного шва. Мо-</p>  | <p>Внешние признаки: продольные горячие трещины (1011.1012) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1013) – чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1014) – цвет металла.</p> |

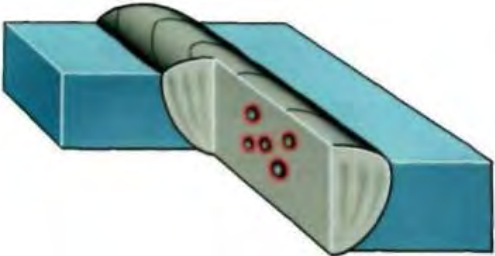
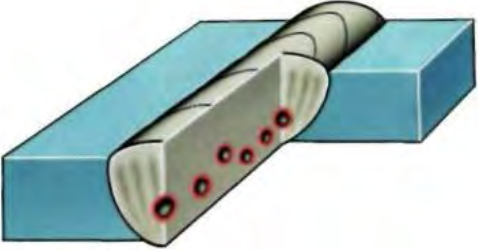


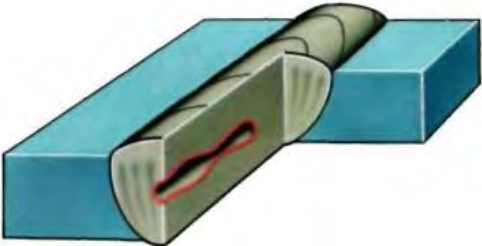
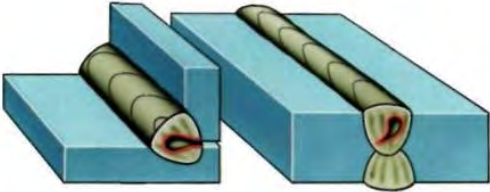
|  |  |
|--|--|
| <p>жет располагаться в металле сварного шва (1011), на границе сплавления (1012), в зоне термического влияния (1013), в основном металле (1014).</p> <p>Недопустима, так как является очагом концентрации напряжений и развития разрушения</p>   |   |
| <p>Поперечная трещина (102; <i>Eb</i>)</p> <p>Трещина, ориентированная поперек оси сварного шва. Может располагаться в металле сварного шва (1021), в зоне термического влияния (1023), в основном металле (1024).</p> <p>Недопустима, так как является очагом концентрации напряжений и развития разрушения</p> | <p>Внешние признаки: поперечные горячие трещины (1021) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1023) – чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1024) – цвет металла.</p>  |
| <p>Радиальные трещины (103; <i>E</i>)</p>  | <p>Внешние признаки: радиальные горячие трещины (1031) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные</p>   |

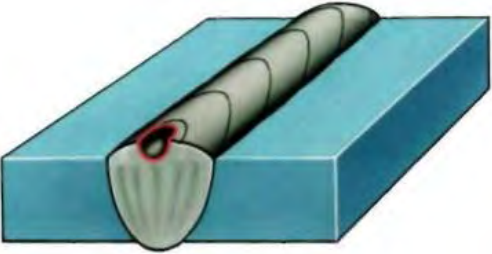
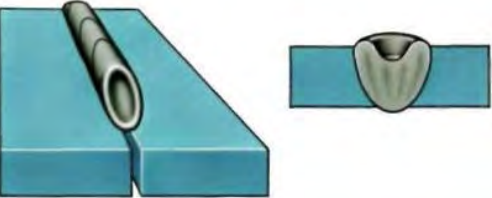

|   |  |
|---|--|
| <p>Трещины, радиально расходящиеся из одной точки Могут располагаться в металле сварного шва (1031), в зоне термического влияния (1033), в основном металле (1034).</p> <p>Недопустимы, так как при действии рабочих нагрузок являются очагом развития разрушения конструкции</p> | <p>трещины (1033) – чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1034) – цвет металла.</p>                       |
| <p>Трещина в кратере (104; <i>Ec</i>)</p> <p>Трещина в кратере сварного шва. Может быть продольной (1045), поперечной (1046), звездообразной (1047).</p> <p>Недопустима, так как при заварке может остаться незаваренная часть трещины</p>  | <p>Внешние признаки: разрывы металла кратера вдоль (1045), поперек (1046) и в различных направлениях из одной точки (1047).</p>  |
| <p>Раздельные трещины (105; <i>E</i>)</p> <p>Группа трещин, которые могут находиться в металле</p>  | <p>Внешние признаки: горячие трещины (1051) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1053) – чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1054) – цвет металла.</p>         |


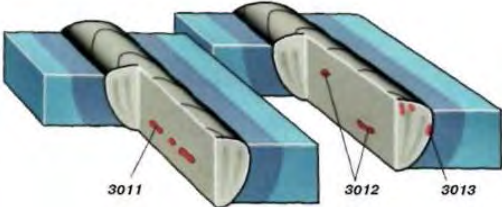
|  |  |
|--|--|
| <p>сварного шва (1051), в зоне термического влияния (1053), в основном металле (1054)</p> <p>Недопустимы, так как при действии рабочих нагрузок являются очагом развития разрушения конструкции</p>  |  <p>The diagram shows a 3D perspective of a blue metal plate with a central weld joint. Three defects are labeled: 1051-GT (a crack in the weld), 1053-XT (a crack in the heat-affected zone), and 1054-TOM (a crack in the base metal).</p>  |
| <p>Разветвленные трещины (106;У)</p> <p>Группа трещин, возникающая из одной трещины. Могут располагаться в металле сварного шва (1061), в зоне термического влияния (1063), в основном металле (1064).</p> <p>Недопустимы, так как при действии рабочих нагрузок являются очагом развития разрушения конструкции</p> | <p>Внешние признаки: горячие трещины (1061) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1063) – чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1064) – цвет металла.</p>  <p>The diagram shows a 3D perspective of a blue metal plate with a central weld joint. Three types of branched cracks are labeled: 1061 (a crack in the weld), 1063 (a crack in the heat-affected zone), and 1064 (a crack in the base metal).</p> |
| <p>Газовая полость (200; а)</p> <p>Полость произвольной формы, без уг-</p>   | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p>лов, образованная газами, задержанными в расплавленном металле в виде одиночного дефекта в ответственных конструкциях.</p> <p>Недопустимо в сварных швах ответственных конструкций</p>                     |    |
| <p>Газовая пора (2011; Аа )</p> <p>Несплошность, образованная газами, задержанными в расплавленном металле. Имеет, как правило, сферическую форму.</p>  | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва.</p>    |
| <p>Равномерно распределенная пористость (2012;аа)</p> <p>Группа газовых пор, равномерно распределенных в металле сварного шва</p> <p>Не допустимо, так как снижает прочностные характеристики металла шва</p> | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва.</p>  |

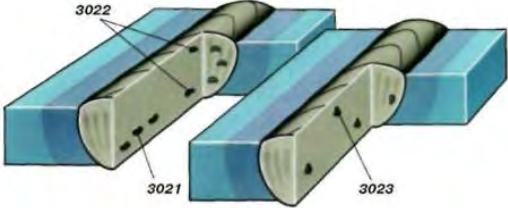
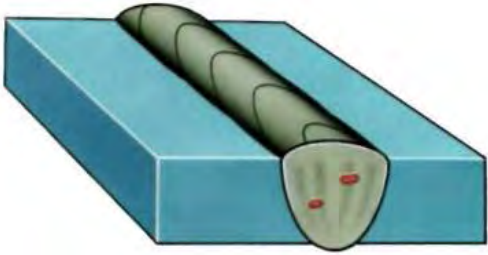
|  |  |
|--|--|
| <p>Скопление пор (2013)</p> <p>Группа газовых полостей (три и более), расположенных кучно, с шагом менее трех максимальных размеров наибольшей из них</p> <p>Не допустимо, так как является местным участком провала прочности шва и концентратором напряжения</p>   | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>   |
| <p>Цепочка пор (2014)</p> <p>Ряд газовых пор, расположенных в линию, обычно параллельно оси шва, с шагом менее трех максимальных размеров наибольшей из пор</p> <p>Не допустимо, так как может стать причиной развития других опасных дефектов, например, трещин</p> | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  |
| <p>Продолговатая газовая полость (2015; <i>Ab</i>)</p>   | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Продолговатые газовые полости обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  |

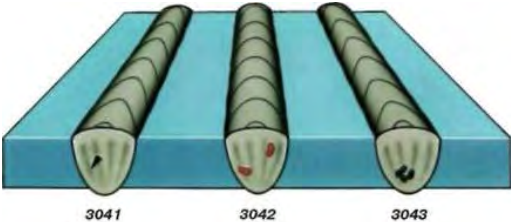
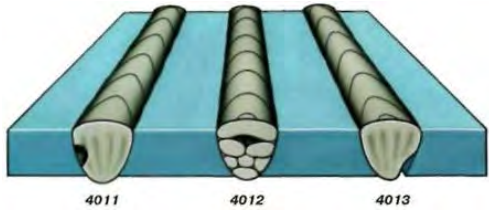
|  |  |
|--|--|
| <p>Несплошность, вытянутая вдоль оси сварного шва. Длина несплошности не менее чем в 2 раза превышает высоту</p> <p>Недопустимо, так как при действии малоцикловых рабочих нагрузок полость может стать причиной образования трещин</p>  |  <p>A 3D perspective illustration of a blue rectangular block representing a weld joint. A dark, elongated groove is cut into the top surface of the block, following the length of the weld. The groove is filled with a dark, viscous material, and a red line is visible inside it, indicating a crack or a sharp edge.</p>  |
| <p>Свищ (2016; <i>Ab</i>)</p> <p>Трубчатая полость в металле сварного шва из-за выделения газа. Форма и положение свища зависят от режима затвердевания и вида газа. Обычно свищи скапливаются и распределяются елочкой</p> <p>Не допустимо, так как свищ является концентратором напряжения</p> | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  <p>Two 3D perspective illustrations of blue rectangular blocks representing weld joints. The left block shows a dark, worm-like defect (a wormhole) that has formed inside the weld, extending from the surface and curving away. The right block shows a similar defect that has formed inside the weld, extending from the surface and curving away in the opposite direction.</p> |
| <p>Поверхностная пора (2017)</p> <p>Газовая пора, нарушающая сплошность</p>  | <p>Внешние признаки: Дефект виден невооруженным глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.</p>  |

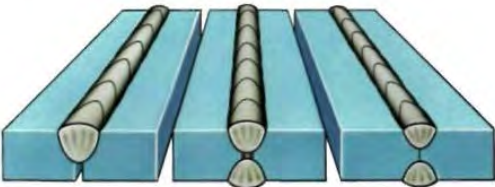
|   |   |
|---|---|
| <p>поверхности сварного шва.</p> <p>Допустимо после зачистки поверхности шва, не приводящей к изменению его геометрии.</p>  |    |
| <p>Усадочная раковина (202; R)</p> <p>Полость, образующаяся вследствие усадки металла во время затвердевания</p> <p>Недопустимо в ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>         | <p>Внешние признаки: Дефект виден невооруженным глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.</p>    |
| <p>Кратер (2024; K)</p> <p>Усадочная раковина в конце валика сварного шва, не заваренная до или во время выполнения последующих проходов</p> <p>Не допустимо, поскольку кратер является очагом развития трещин.</p> | <p>Внешние признаки: Дефект виден невооруженным глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.</p>  |

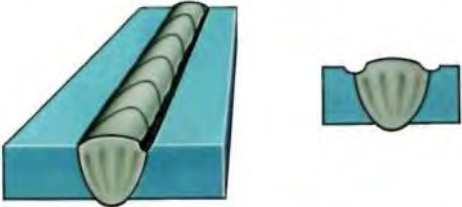
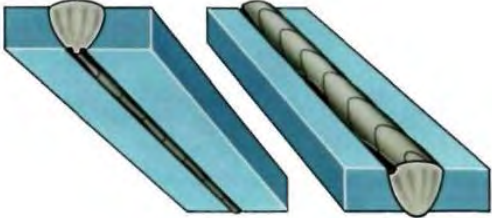

|  |  |
|--|--|
| <p>Твердое включение (300)</p> <p>Твердые инородные вещества металлического или неметаллического происхождения в металле сварного шва. Включения, имеющие хотя бы один острый угол, называются остроугольными</p> <p>Недопустимо, поскольку является концентратором напряжения</p>                               | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>   |
| <p>Шлаковое включение (301; <i>B a</i>)</p> <p>Шлак, попавший в металл сварного шва. В зависимости от условий образования включения бывают: линейные (3011); разобщенные (3012); прочие (3013)</p> <p>Не допустимо при сварке конструкций, работающих при малоцикловом нагружении, и ответственных конструк-</p> | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  |

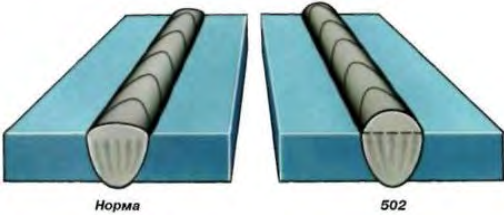
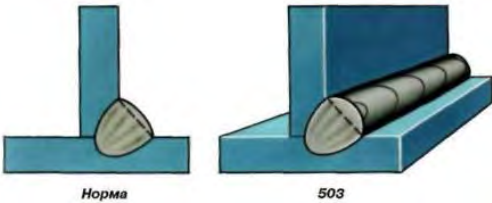



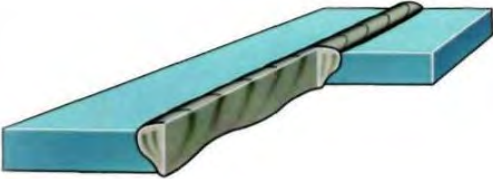
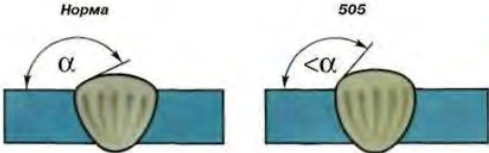
|   |  |
|---|--|
| <p>ций</p> <p>Флюсовое включение (302; <i>C</i>)</p> <p>Флюс в металле сварного шва. В разных условиях образования включения бывают: линейные (3021); разобщенные (3022); прочие (3023)</p> <p>Недопустимо в конструкциях, работающих в сложных условиях эксплуатации</p> | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>   |
| <p>Оксидное включение (303; <i>J</i>)</p> <p>Оксид металла, попавший в металл сварного шва во время затвердевания</p> <p>Недопустимо в ответственных конструкциях, поскольку снижается прочность металла шва</p>  | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  |
| <p>Металлическое включение (304; <i>H</i>)</p> <p>Частица инородного металла в металле сварного шва. Раз-</p>   | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.</p>  |



|   |  |
|---|--|
| <p>личают частицы:<br/>из вольфрама<br/>(3041), меди (3042),<br/>других металлов<br/>(3043)</p> <p>Недопустимо в ответ-<br/>ственных кон-<br/>струкциях, поднад-<br/>зорных органам<br/>технического<br/>надзора</p>  |   |
| <p>Несплавление (401)</p> <p>Отсутствие соеди-<br/>нения между метал-<br/>лом сварного шва и<br/>основным металлом<br/>или между отдель-<br/>ными валиками<br/>сварного шва. Раз-<br/>личают несплавлен-<br/>ия: по боковой<br/>стороне (4011),<br/>между валиками<br/>(4012), в корне шва<br/>(4013)</p> <p>Не допустимо, так<br/>как является кон-<br/>центратором<br/>напряжения, вызы-<br/>вающим развитие<br/>трещин</p> | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так<br/>как дефект находится внутри сварного<br/>шва. Обнаруживают методами нераз-<br/>рушающего контроля.</p>  |
| <p>Непровар и полный<br/>непровар (402; D)</p>  | <p>Внешние признаки: отсутствуют, так<br/>как дефект находится внутри сварного<br/>шва. Обнаруживают методом неразру-</p>  |


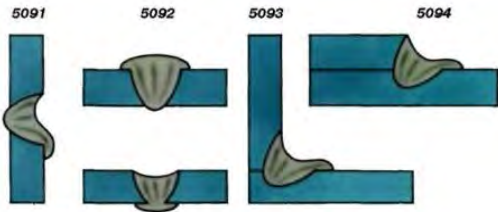
|   |   |
|---|---|
| <p>Несплошность по всей длине шва или на его отдельном участке, возникающая из-за неспособности расплавленного металла проникнуть внутрь соединения. Бывает в корне или в сечении шва</p> <p>Не допустимо, так как является концентратором напряжения, вызывающим развитие трещин</p> | <p>шающего контроля.</p>   |
| <p>Нарушение формы (500)</p> <p>Отклонение формы наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения</p> <p>Недопустимо в ответственных конструкциях</p>   | <p>Внешние признаки: изменяются ширина выпуклости и чешуйчатость шва по его длине.</p>  |
| <p>Подрез непрерывный протяженный (5011; F)</p> <p>Продольное углубление на наружной поверхности валика</p>   | <p>Внешние признаки: углубление на протяжении всего шва по линии сплавления металла шва с основным металлом.</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>сварного шва<br/>Не допустимо, так как уменьшает поперечное сечение в месте перехода от шва к основному металлу и является концентратором напряжения</p>  |    |
| <p>Подрез перемежающийся локальный (5012; P)<br/><br/>Продольное углубление отдельными участками на наружной поверхности валика сварного шва<br/><br/>Недопустим, так как является концентратором напряжения</p> | <p>Внешние признаки: локальные углубления в некоторых местах шва по линии сплавления металла шва с основным металлом.</p>  |
| <p>Усадочная канавка (5013)<br/><br/>Подрез со стороны корня одностороннего сварного шва, вызванный усадкой вдоль границы сплавления<br/>Недопустим, так как является концентратором напряжения</p>              | <p>Внешние признаки: двустороннее углубление в металле корневого шва по линии сплавления основного металла со швом.</p>  |
| <p>Превышение выпуклости стыкового</p>   | <p>Внешние признаки: выпуклость сварного шва превышает 2–3 мм над уровнем</p>   |

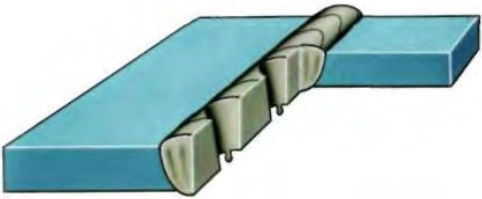

|  |  |
|--|--|
| <p>шва (502)</p> <p>Избыток наплавленного металла на лицевой стороне стыкового шва сверх установленного значения</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, так как является концентратором напряжения</p>                              | <p>основного металла.</p>   |
| <p>Превышение выпуклости углового шва (503)</p> <p>Избыток наплавленного металла на лицевой стороне углового шва по всей длине или на участке</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, так как является концентратором напряжения</p> | <p>Внешние признаки: увеличенная выпуклость углового шва. Превышает требования нормативно-технической документации.</p>  |
| <p>Превышение проплава (504)</p>   | <p>Внешние признаки: чрезмерная выпуклость со стороны корня шва при сварке</p>   |


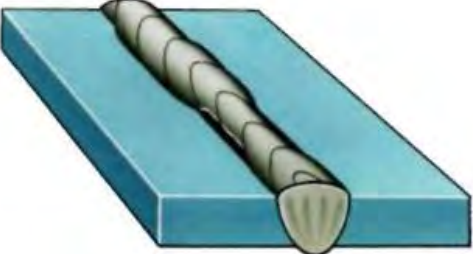
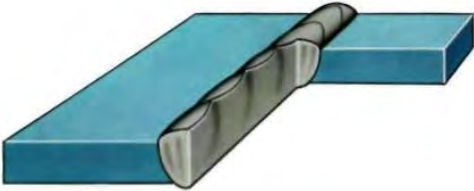
|   |   |
|---|---|
| <p>Избыток наплавленного металла на обратной стороне стыкового шва</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, так как место перехода от наплавленного металла к основному является концентратором напряжения</p> | <p>стыка в нижнем положении. Дефект виден невооруженным глазом при визуальном контроле.</p>    |
| <p>Местное превышение проплава (5041)</p> <p>Местный избыточный проплав сверх установленного значения</p>   | <p>Внешние признаки: локальная, иногда повторяющаяся, чрезмерная выпуклость с обратной стороны шва при сварке в нижнем положении.</p>                            |
| <p>Неправильный профиль сварного шва (505)</p> <p>Угол <math>\alpha</math> между поверхностью основного металла и плоскостью, касательной к поверхности сварного шва, меньше установленного значения</p>                | <p>Внешние признаки: угол сопряжения, а между основным металлом и металлом шва – менее <math>160^\circ</math>. Его определяют при измерительном контроле.</p>  |
| <p>Наплыв (506)</p>   | <p>Внешние признаки: избыток металла шва по его краю. Дефект виден невооружен-</p>  |


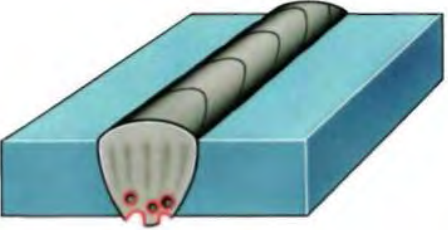

|  |  |
|--|--|
| <p>Избыток наплавленного металла сварного шва, натекающий на поверхность основного металла, но не сплавленный с ним</p> <p>Не допустим на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>  | <p>ным глазом при визуальном контроле.</p>    |
| <p>Линейное смещение свариваемых листов (507)</p> <p>Смещение между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются параллельно, но не на требуемом уровне</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: расположение двух свариваемых деталей не в одной плоскости. Дефект виден невооруженным глазом. Размер смещения определяют при измерительном контроле.</p>  |
| <p>Угловое смещение (508)</p>  | <p>Внешние признаки: расположение двух сваренных деталей под некоторым уг-</p>   |


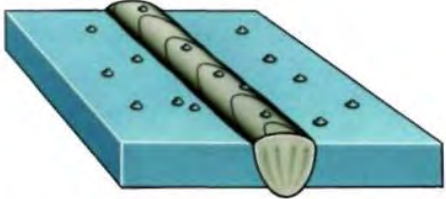
|  |  |
|--|--|
| <p>Смещение между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются под углом, отличающимся от требуемого</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>  | <p>лом относительно друг друга. Дефект виден невооруженным глазом. Размер смещения определяют при измерительном контроле.</p>                         |
| <p>Натек (509)</p> <p>Металл шва, осевший от тяжести и не сплавленный с соединяемой поверхностью, при горизонтальном (5091), нижнем или потолочном (5092) положении сварки, в угловом шве (5093), в нахлесточном соединении (5094)</p> <p>Не допустим на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: расплавленный металл сварочной ванны натек на одну из кромок без сплавления с ней, что привело к дефекту формообразования.</p>  |
| <p>Прожоги (510)</p>   | <p>Внешние признаки: сквозные отверстия или полости, образованные вследствие</p>   |

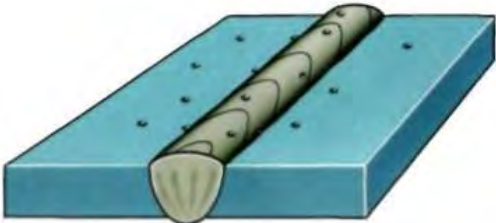
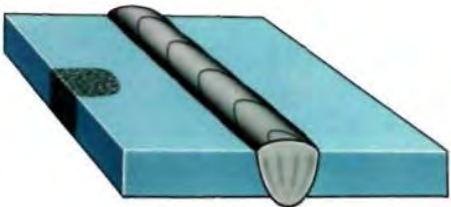
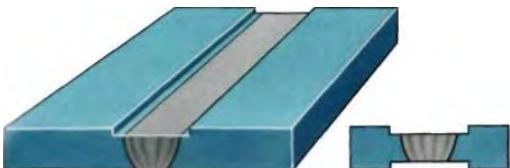


|   |  |
|---|--|
| <p>Вытекание металла сварочной ванны, в результате чего образуется сквозное отверстие в сварном шве</p> <p>Недопустим, так как нарушает сплошность сварного шва</p>   | <p>расплава сварочной ванны.</p>    |
| <p>Неполное заполнение разделки кромок (511)</p> <p>Продольная непрерывная или прерывистая канавка на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного материала</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: вогнутость внешней поверхности шва, вызванная недостаточным количеством расплавленного металла сварочной ванны.</p>  |
| <p>Чрезмерная асимметрия сварного шва (512)</p> <p>Один катет шва значительно больше другого</p> <p>Недопустима на ответственных кон-</p>   | <p>Внешние признаки: несимметричность углового шва, вызванная тем, что один из катетов превышает другой более чем в 1,5 раза.</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <p>струкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>   |   |
| <p>Неравномерная ширина шва (513)</p> <p>Отклонение ширины сварного шва от установленного значения</p> <p>Недопустима на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>  | <p>Внешние признаки: изменение ширины шва по его длине.</p>   |
| <p>Неровная поверхность шва (514)</p> <p>Грубая неравномерность формы выпуклой поверхности шва подлине</p> <p>Недопустима на ответственных конструкциях, если превышает нормативы для каждого объекта, поднадзорного органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: на поверхности шва четко видны гребни и впадины затвердевшего металла по изотермам кристаллизации (чешуйчатость).</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Вогнутость корня шва (515)</p> <p>Неглубокая канавка со стороны корня одностороннего сварного шва</p> <p>Недопустима на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: с обратной стороны шва корень имеет вогнутость. Дефект виден невооруженным глазом при визуальном контроле.</p>  |
| <p>Пористость в корне сварного шва (516)</p> <p>Наличие пор в корневой части сварного шва</p> <p>Недопустима на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>            |    |
| <p>Возобновление шва (517)</p> <p>Местная неровность поверхности в месте возобновления сварки</p> <p>Недопустимо на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p>        | <p>Внешние признаки: наплывы или углубления в длиномерных швах в местах стыковки одного участка с другим.</p>                      |

|   |   |
|---|---|
| <p>Следы случайной дуги (601)</p> <p>Местное повреждение поверхности основного металла, примыкающего к сварному шву, возникшее в результате случайного горения дуги</p> <p>Недопустимы на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: местные язвы от выплавленного металла, следы ожога металла от дугового разряда. Ожог может быть причиной образования трещин при сварке закаливаемых материалов. Дефект виден невооруженным глазом при визуальном контроле.</p>  |
| <p>Брызги металла (602)</p> <p>Капли наплавленного или присадочного металла, образовавшиеся во время сварки и прилипшие к поверхности затвердевшего металла сварного шва или околошовной зоны основного металла.</p>  | <p>Внешние признаки: мелкие капли электродного металла, осевшие на лицевую сторону сварного соединения и плотно сцепившиеся с поверхностью основного металла. Дефект виден невооруженным глазом при визуальном контроле.</p>                        |
| <p>Вольфрамовые брызги (6021)</p> <p>Частицы вольфрама, выброшенные из расплавленной зоны</p>   | <p>Внешние признаки: мелкие точечные включения капель расплавленного вольфрама на поверхности основного металла, прилегающего к сварному шву. Дефект виден невооруженным глазом при визуальном контроле.</p>  |

|  |  |
|--|--|
| <p>электрода на поверхность основного металла или затвердевшего металла сварного шва</p> <p>Недопустимы на ответственных и декоративных конструкциях</p>   |   |
| <p>Поверхностные задиры (603)</p> <p>Повреждения поверхности, вызванные удалением временно приваренного приспособления</p> <p>Недопустимы на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора</p> | <p>Внешние признаки: местные задиры основного металла в местах приварки вспомогательных приспособлений. Задир может быть причиной образования трещины в материале с низкой пластичностью. Дефект виден невооруженным глазом при визуальном контроле.</p>  |
| <p>Утонение металла шва (606)</p> <p>Уменьшение толщины металла шва до значения меньше допустимого при механической обработке</p> <p>Недопустимо, так как уменьшается прочность сварного соединения</p>                | <p>Внешние признаки: уменьшение металла шва при снятии выпуклости шва механическим путем сверх значений, установленных нормативно-технической документацией.. Размер утонения определяют при измерительном контроле.</p>                                |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| 1. Методы акустического контроля.....   | 7  |
| 1.1. Общие сведения.....  | 7  |
| 1.2. Классификация акустических методов.....  | 8  |
| 2. Ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т «Томографик».....   | 21 |
| 2.1. Назначение и технические характеристики УД4-Т.....   | 21 |
| 2.2. Подготовка к работе.....   | 25 |
| 2.3. Порядок работы.....  | 29 |
| 3. Методические указания к лабораторным работам<br>по курсу «Методы и приборы контроля качества и диагностики<br>состояния объектов»..... | 47 |
| Лабораторная работа № 1<br>Изучение параметров работы специализированной программы<br>дефектоскопа УД4-Т.....                             | 47 |
| Лабораторная работа № 2<br>Выявление дефектов ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т<br>с наклонным преобразователем.....                     | 61 |
| Лабораторная работа № 3<br>Выявление дефектов ультразвуковым дефектоскопом УД4-Т<br>с прямым преобразователем.....                        | 66 |
| Лабораторная работа № 4<br>Измерение толщины образцов ультразвуковым<br>дефектоскопом УД4-Т.....  | 69 |
| Лабораторная работа № 5<br>Разработка технологических карт для ультразвукового<br>метода неразрушающего контроля.....                     | 71 |
| Приложение.....   | 71 |
| Межгосударственный стандарт ГОСТ 30242 – 97.....  | 74 |

Учебное издание

ВАСИЛЕВИЧ Юрий Владимирович  
ЯКИМОВИЧ Александр Максимович  
ЯЗНЕВИЧ Алексей Михайлович и др.

АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ  
КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ.  
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП  
УД4-Т «ТОМОГРАФИК»

Методическое пособие  
по дисциплине «Неразрушающий контроль качества»  
для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы  
контроля качества и диагностики состояния объектов»

Технический редактор О.В. Песенько

---

Подписано в печать 20.10.2011.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 5,46. Уч.-изд. л. 4,27. Тираж 100. Заказ 544.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.