
**ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ
СПЛОШНОСТИ МАТЕРИАЛА ОТВЕРСТИЙ
В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
ДЕФЕКТОСКОПОМ ВЕКТОР-60Д
(в динамическом формате)**

Руководство пользователя

2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Отверстия под болты, винты и заклепки в стыковочных узлах крыла, узлах поворота крыла, элементах крепления блоков и агрегатов планера (особенно расположенные на прямой линии), охлаждающие и крепежные отверстия в дисках роторов турбин и компрессоров (расположенные по окружности), а также отверстия в других местах авиационной техники являются интенсивными концентраторами напряжений. При значительных перегрузках, больших наработках и высоком уровне вибрационных – знакопеременных – нагрузок в отверстиях могут возникать усталостные трещины, развивающиеся, как правило, по направлению образующей отверстия. Они зарождаются в углах или в средней части отверстия, как на одной, так и на двух диаметрально противоположных его сторонах. Трещины могут иметь длину от минимальной (очаговой) до длины отверстия и выходить на наружную поверхность детали.

В авиационных и других конструкциях техники наиболее часто встречаются отверстия диаметром от 2 до 32 мм. Они могут быть в «однослойной» детали или пронизывать конструкцию, состоящую из двух – четырех слоев. Разрушение может начаться в любом из них.

Доступность обнаружения трещин в отверстиях, особенно во вторых-третьих-четвертых слоях, при использовании любого метода дефектоскопии, кроме вихретокового динамического, очень ограниченная.

Вихретоковый динамический метод, главная особенность которого – вращение вихретокового преобразователя с большой скоростью, в авиации эпизодически используется для проверки отверстий с середины 80-х годов прошлого столетия, когда в ряд российских организаций поступили импортные динамические дефектоскопы D 2.831 FORSTER с большим набором роторных датчиков диаметром 4...20 мм. Этот дефектоскоп являлся автономным по питанию, имел массу ~ 15 кг и габариты 12×28×37 см.

Вихретоковый метод показал высокую эффективность при контроле отверстий в конструкциях планера самолетов разных типов. Размеры выявляемых вихретоковым динамическим методом минимальных трещин составляют 1 мм по длине, 0,1 мм по глубине. Контроль возможен любого немагнитного материала с проводимостью 0,1...60 МСм/м, а также магнитных сталей.

В 2013 году Научно-производственный центр «КРОПУС» (г. Ногинск) приступил к изготовлению компьютеризированных универсальных дефекто-

скопов Вектор-60Д, работающих как в статическом, так и в динамическом формате. Опытная эксплуатация этого прибора показала, что он имеет более высокие технические характеристики, чем импортный дефектоскоп D2.831 FORSTER, и может быть рекомендован для применения в авиационной отрасли.

Почтовый адрес изготовителя: 142400, Московская область, г. Ногинск, а/я 47.

Тел/факс: +7 (49651) 5-83-89, 5-50-56; (495) 515-50-56, 515-83-89;

тел. (495) 500-21-15, 506-21-30

e-mail: sales@kropus.ru http: // www.kropus.ru

1. ПРИНЦИП РАБОТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФЕКТОСКОПА

В динамических (модуляционных) дефектоскопах типа «Вектор» вихре-токовый преобразователь (ВТП) совершает над поверхностью объекта контроля (ОК) вращательное или возвратно-поступательное движение с большой скоростью, проходя над трещиной 10–50 раз в секунду. В такое движение сменный ротор датчика-сканера приводит электрический мотор. Для передачи тока возбуждения и съема напряжения сигнала с вращающегося ВТП используются специальные трансформаторы сельсинного типа.

Динамический метод позволяет значительно снизить влияние части типичных для вихретокового контроля помех (влияние края и отвода ВТП). При этом чувствительность к трещине возрастает не менее чем в два раза, достоверность выявления трещин длиной 1...2 мм и глубиной 0,4...0,5 мм близка к единице, время контроля одного отверстия составляет 10...30 с.

В сменные роторы датчиков-сканеров динамических дефектоскопов изготовитель устанавливает ВТП преимущественно трех типов:

тип 1 – трансформаторный ВТП, состоящий из стержневого феррита диаметром 0,7...2,0 мм и намотанных на него бифилярного (в два провода) одинаковых возбуждающей и измерительной катушек (рисунок 1а);

тип 2 – дифференциальный ВТП, имеющий две одинаковые встречно включенные катушки, уложенные крестообразно на ферритовый сердечник кубической формы со стороной 1,0...2,0 мм (рисунок 1б);

тип 3 – дифференциальный ВТП, имеющий уложенную «восьмеркой» на два полуцилиндрических ферритовых сердечника диаметром 0,8...1,0 мм измерительную катушку и охватывающую оба сердечника возбуждающую катушку (рисунок 1в). Уложенная «восьмеркой» измерительная катушка может рассматриваться как две встречно включенные катушки, каждая из которых располагается отдельно на одном полуцилиндрическом сердечнике.

От типа ВТП, использованного в конструкции сменного ротора, зависят:

размер выявляемого минимального дефекта;

степень влияния мешающих контролю помех;

форма сигнала от дефекта и надежность его визуальной регистрации на фоне сигналов от мешающих факторов – помех (овальности отверстий, биения ротора при вращении, шумов измерительной схемы и других);

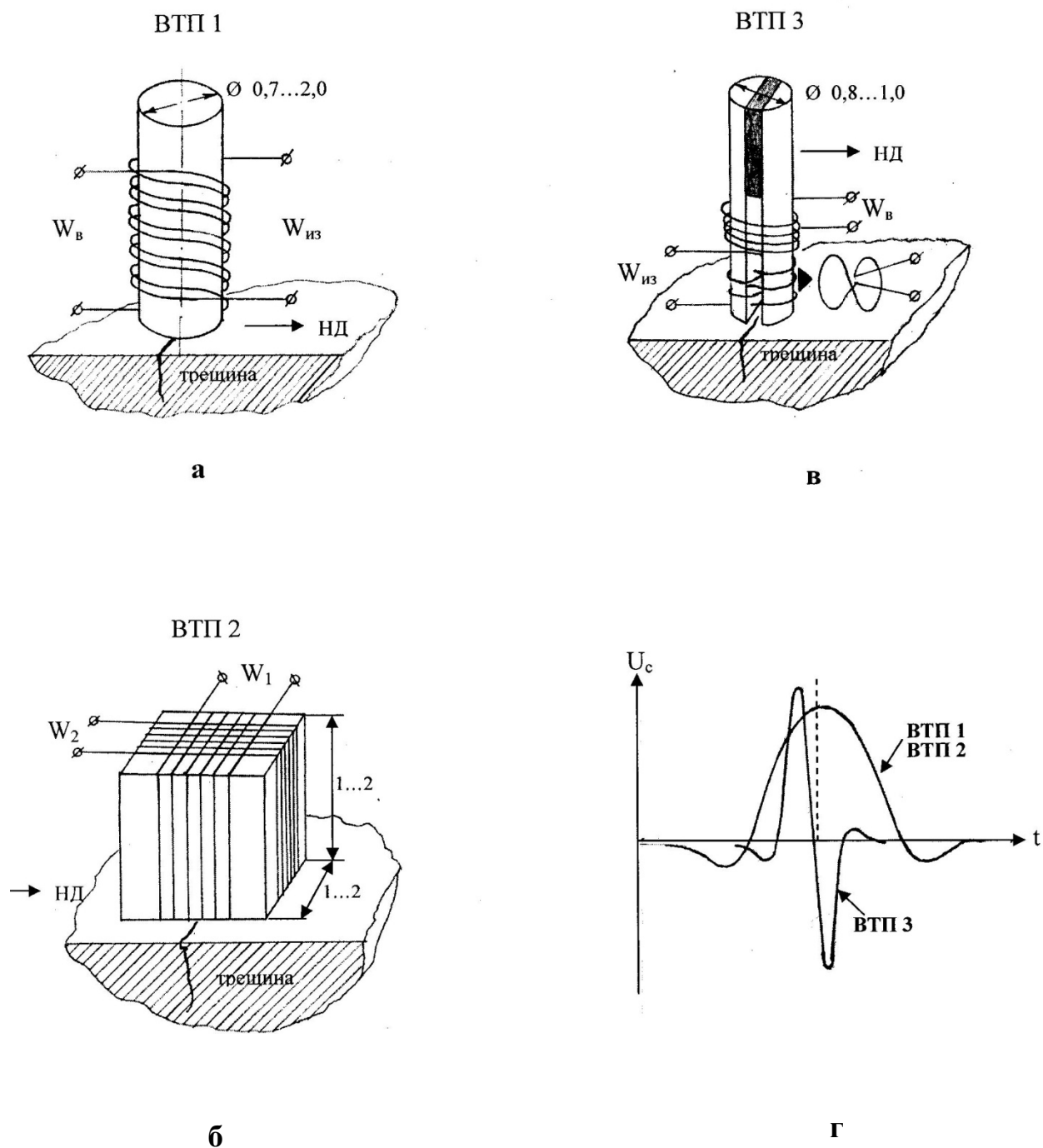


Рисунок 1 – Основные типы ВТП, применяемых в конструкции сменных роторов динамических вихретоковых дефектоскопов (а, б, в) и форма их сигнала при наличии дефекта (г)

износостойкость и долговечность ВТП в сменном роторе;
технологичность и трудоемкость изготовления роторов, а, следовательно, их стоимость.

Для вихретокового контроля объектов авиационной техники целесообразно применять сменные роторы с ВТП третьего типа. При использовании сменных роторов с таким ВТП обеспечивается:

обнаружение дефектов с меньшими размерами, чем размеры дефектов, выявляемых ВТП первого и второго типа;

максимальное снижение влияния помех;

приемлемая износостойкость и долговечность ротора;

получение на трещине достаточного характерного короткого биполярного выходного сигнала, отличающегося от сигналов помех (сигнал ВТПЗ на рисунке 1г).

Недостатком сменных роторов с ВТП третьего типа является технологическая сложность и существенная трудоемкость их изготовления, а значит большая стоимость. Однако, несмотря на этот недостаток, в авиации их применение является предпочтительным. Далее все материалы излагаются только применительно к использованию сменных роторов с ВТП третьего типа.

Конструктивная схема сменного ротора датчика-сканера вихретокового динамического дефектоскопа показана на рисунке 2. На схеме (рисунок 2б) реальная, выполненная в виде «восьмерки» измерительная обмотка (см. рисунок 1 в), заменена двумя встречно включаемыми измерительными обмотками (1, 2 на рисунке 2б) одинаковой формы с равным числом витков.

Плоскость расположения измерительных обмоток 1, 2 параллельна плоскости расположения возбуждающей обмотки 3. Таким образом, измерительные обмотки реагируют на нормальную составляющую вектора магнитной индукции $\mathbf{B}$ локального магнитного поля вихревых токов (ВТ), обтекающих трещину с двух сторон (рисунок 2в).

ВТП располагается относительно направления движения (НД) по объекту контроля так, чтобы его измерительные обмотки строго последовательно пересекали плоскость вероятного расположения трещин (см. рисунок 2в).

В отрезок времени прохождения в поле трещины первой обмотки (рисунок 1в) на ней возникает, достигает максимума и затем уменьшается до нуля напряжение (ε_{dc}) определенной фазы F . В момент симметричного расположе-

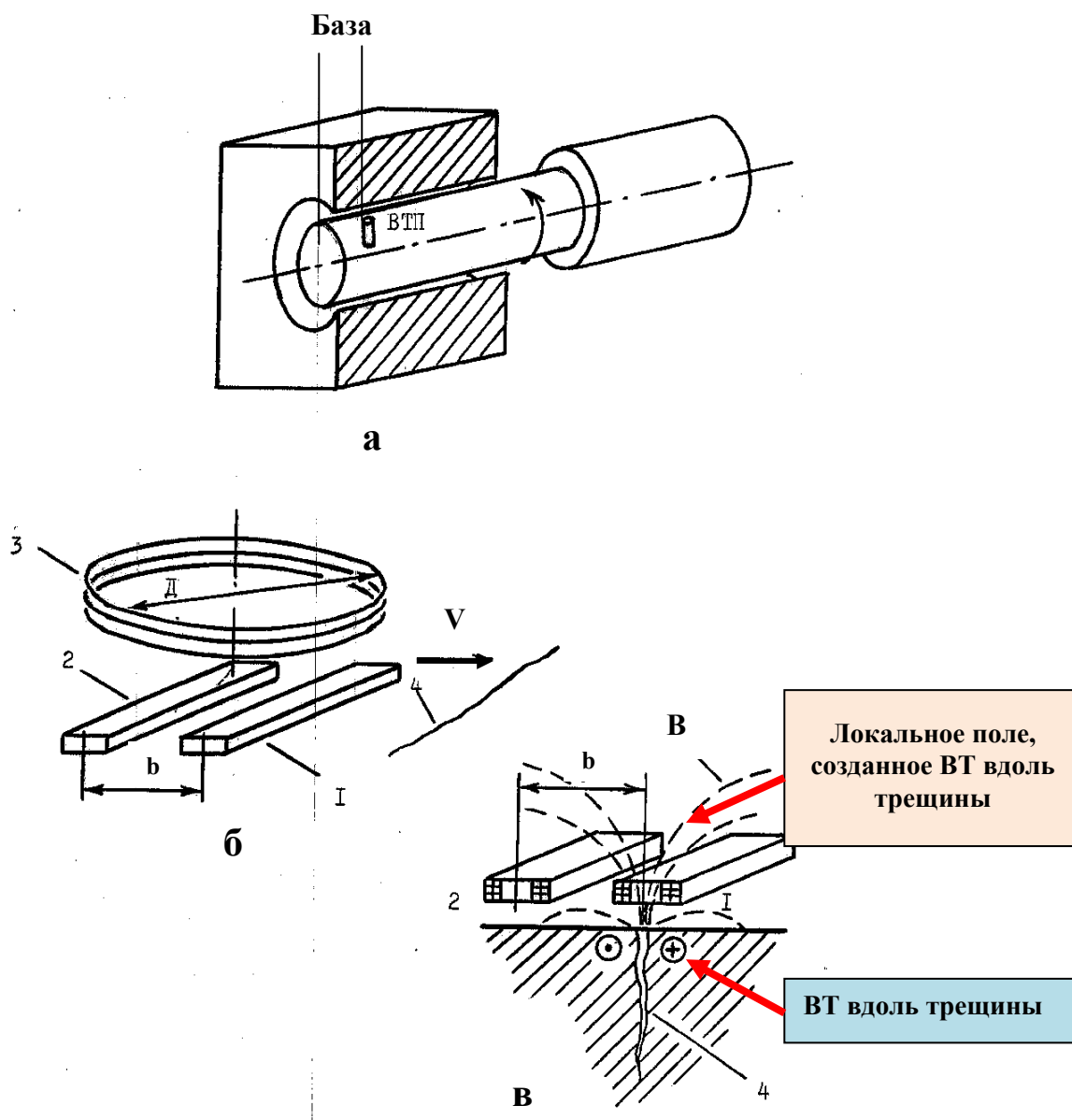


Рисунок 2 – Конструктивная схема сменного ротора датчика-сканера (а) и трансформаторного ВТП (б); положение измерительных обмоток в локальном поле трещины (в).

- 1, 2 – измерительные обмотки;
- 3 – обмотка возбуждения;
- 4 – трещина;
- D – диаметр обмотки возбуждения;
- b – расстояние между измерительными обмотками;
- V – направление движения ВТП относительно трещины;
- B – линии магнитной индукции локального поля трещины

ния обеих обмоток относительно трещины на каждой из обмоток наводится напряжение примерно равной амплитуды, но с фазой F и $F+180^\circ$. В этом случае на выходе ВТП напряжение равно нулю.

При перемещении в поле трещины второй (задней) обмотки возникает, достигает максимума и уменьшается до нуля напряжение в противофазе к напряжению первой обмотки. В итоге перемещения обеих измерительных обмоток поперек трещины на выходе ВТП формируется своеобразный импульс длительностью τ , заполненный высокочастотным синусоидальным напряжением возбуждения (рисунок 3д). После прохождения через фазочувствительный детектор, усилитель и фильтр низких частот он превращается в очищенный от высокой частоты биполярный импульс той же длительности (рисунок 3е).

При вращении ротора со скоростью 500...3000 об/мин в отверстии с трещиной на выходе ВТП возникает ряд биполярных импульсов, которые во времени располагаются с равными интервалами. Схема прибора выбирает один интервал. И на экране дефектоскопа наблюдается один биполярный импульс.

Если трещины нет, *а ротор датчика по диаметру близок к диаметру отверстия*, то на измерительных обмотках неискаженным магнитным полем наводятся в любое мгновение примерно равные напряжения противоположной фазы. На выходе ВТП в этом случае сигнал примерно равен нулю. Когда *диаметр ротора меньше диаметра отверстия* (рисунок 3а) и ротор прижат в одну сторону, ВТП регистрирует влияние зазора, размер которого изменяется по периодическому закону. Из-за этого на выходе ВТП появляется сигнал основной частоты, модулированный частотой «биений ротора». Этот сигнал-помеха растянут на время одного оборота ротора T (рисунок 3б). После прохождения фазочувствительного детектора он превращается в синусоиду (рисунок 2в). Помехи от незначительных биений ротора и другие помехи, частота которых значительно меньше частоты сигнала от трещины, на экран дефектоскопа не пропускает фильтр низких частот.

Электрическая схема динамического (модуляционного) дефектоскопа может преобразовывать и изображать на экране сигнал от трещины в отверстии в двух форматах – в виде годографа вектора выходного напряжения $\Delta U = X + jY$ или в виде амплитудно-временной развертки составляющей этого напряжения $Y(t)$ (рисунок 4).

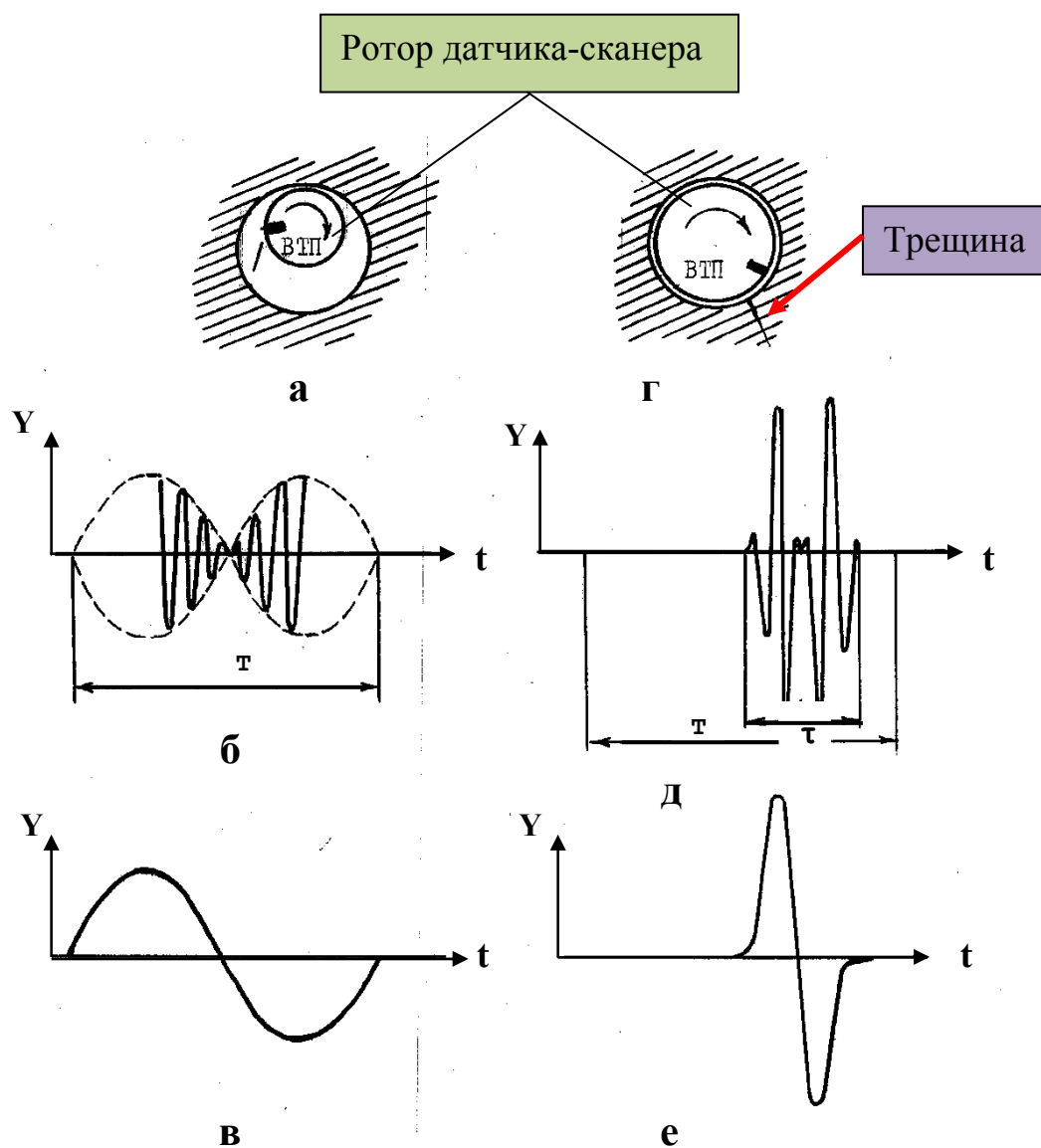
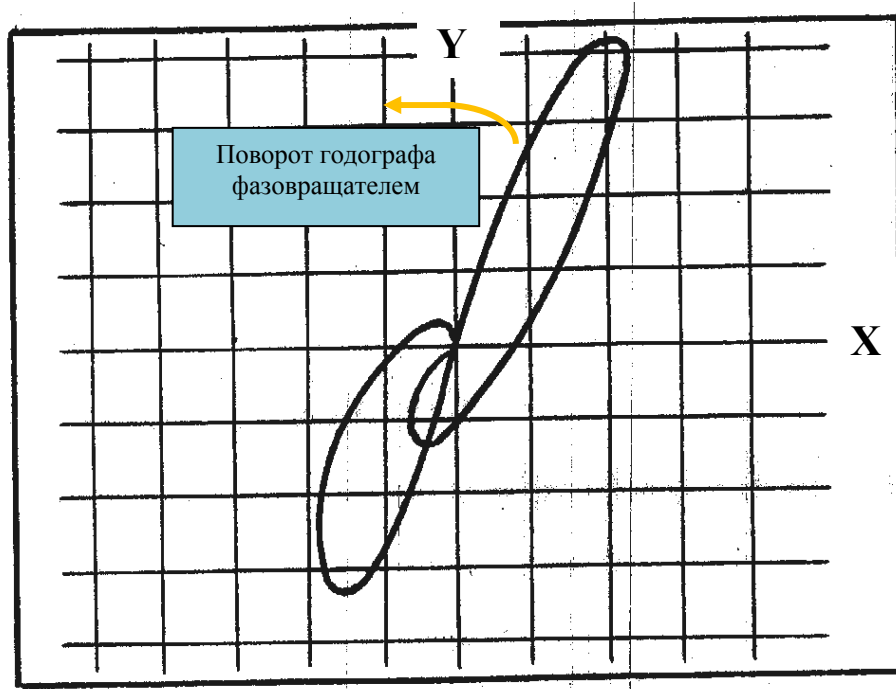
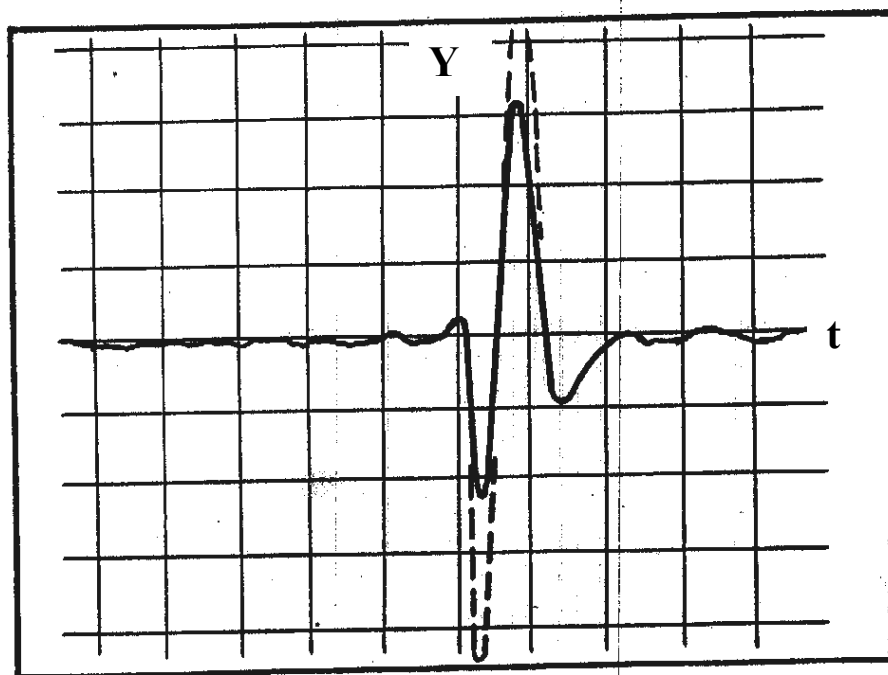


Рисунок 3 – Модуляция односторонним зазором (а, б) и трещиной в отверстии (г, д) напряжения измерительных обмоток ВТП. «Выпрямленные» сигналы зазора (в) и трещины (е).

T и τ – длительности сигнала зазора и трещины соответственно



а



б

Рисунок 4 – Индикация сигнала от трещины на экране динамического дефектоскопа в режиме «точки» – годографа (а) и в режиме временной развертки (б)

2. ПЕРЕДАЧА ТОКА ВОЗБУЖДЕНИЯ И СИГНАЛОВ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОБМОТОК ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ЕГО ВРАЩЕНИИ. РОТОРНЫЕ (ДИНАМИЧЕСКИЕ) ДАТЧИКИ-СКАНЕРЫ

Чтобы передавать напряжение возбуждения (тока возбуждения) на вращающийся ВТП и снимать напряжение (сигнал) с его измерительных обмоток, в некоторых конструкциях роторных датчиков-сканеров используются два *индуктивно между собой развязанных* трансформатора 2 и 3 (рисунок 5). Каждый из них состоит из двух обмоток. В системе возбуждения (трансформатор 2) передающая обмотка размещена на статоре 4 (корпус датчика), принимающая обмотка – на роторе 5. В системе формирования сигнала (трансформатор 3) передающая обмотка размещена на роторе, принимающая – на статоре сканера. Все обмотки трансформаторов размещены, например, на ферритовых сердечниках, оси которых совпадают.

Роторы датчика могут иметь разные диаметры (рисунок 6), но вихретоковые преобразователи и узлы крепления роторов в корпусе датчика одного конструктивного типа (одного типа дефектоскопа) всегда одинаковы.

Датчик малогабаритный, удобный для охвата кистью руки.

В корпусе некоторых типов роторных датчиков предусмотрена установка ограничителя максимального погружения ротора в отверстие ОК. На корпусе может быть нанесена метка (риска), которая используется для определения места (угловой координаты) обнаруженного дефекта (трещины) в отверстии. Роль указателя направления на место дефекта может выполнять также лампа-индикатор, включающаяся в случае обнаружения трещины или другой несплошности материала, выходящей на поверхность контролируемого отверстия.

Для установления углового положения трещины (или другой несплошности материала) поворотом датчика вокруг оси вращающегося ротора возникший на индикаторном поле дефектоскопа специфический сигнал (биполярный импульс – см. рисунок 4б) смещают в центр прямоугольной системы координат. В момент совпадения сигнала с вертикальной осью системы координат риска направлена в сторону дефекта.

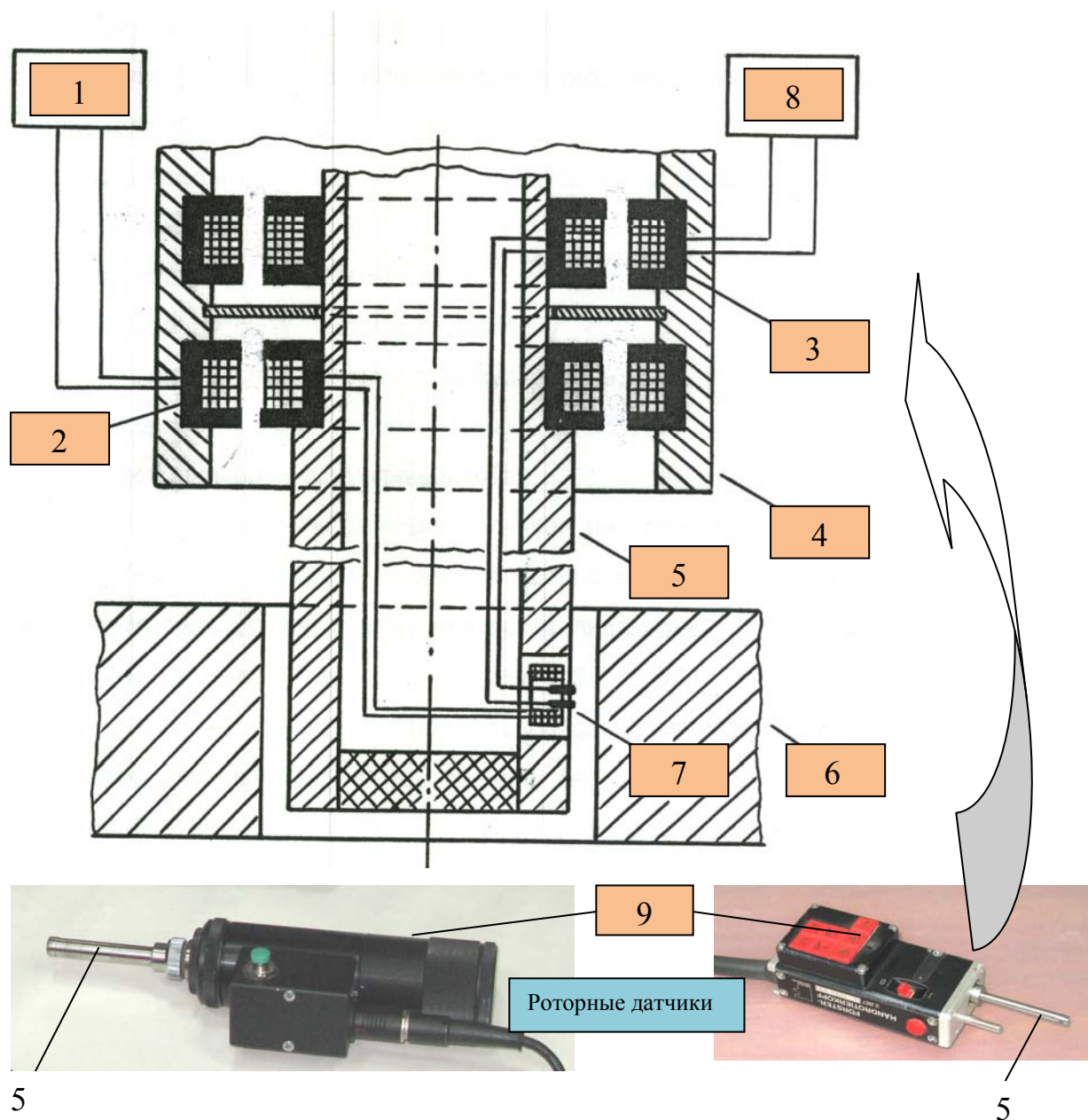


Рисунок 5 – Схема передачи напряжения (возбуждения и сигналов ВТП) между блоками дефектоскопа, трансформаторами (с вращающимися обмотками – на роторе) и вихретоковым преобразователем:

- 1 – высокочастотный генератор тока возбуждения;
- 2 – трансформатор обмотки возбуждения;
- 3 – трансформатор измерительных обмоток;
- 4 – статор роторного датчика;
- 5 – сменный ротор датчика;
- 6 – объект контроля с отверстием;
- 7 – вихретоковый преобразователь;
- 8 – блок измерения сигналов ВТП;
- 9 – роторные датчики (сканеры) фирмы Кронус (слева) и фирмы Forster

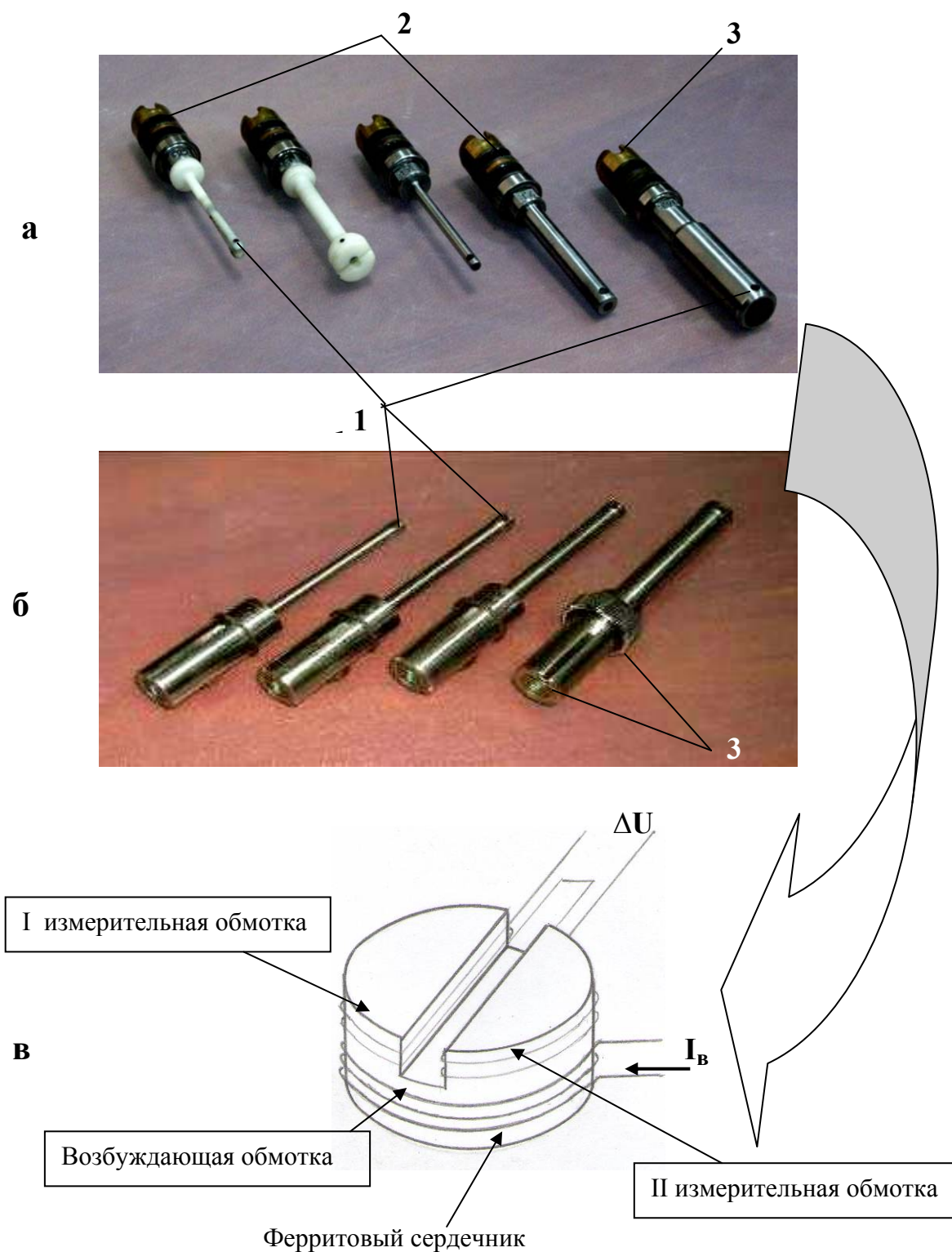


Рисунок 6 – Сменные роторы датчиков-сканеров вихретоковых динамических дефектоскопов: а – роторы фирмы *Forster*; б – роторы НПЦ *Крокус* ; в – схема вихретокового дифференциального преобразователя, регистрирующего нормальную составляющую поля вихревых токов:

I – вихретоковые трансформаторные преобразователи единой конструкции; 2 – обмотки передающих трансформаторов на роторах; 3 – узлы сочленения роторов с корпусом датчика; $I_{\text{в}}$ – ток возбуждения; ΔU – разница между напряжениями (эдс) I и II измерительной обмоткой – выходной сигнал ВТП

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д

Дефектоскоп Вектор-60Д является многофункциональным вихретоковым прибором, предназначенным в первую очередь для контроля металлопродукции на наличие дефектов типа поверхностных, подповерхностных и глубинных трещин, других нарушений сплошности и однородности материала полуфабрикатов и готовых изделий. Кроме того, он может использоваться для измерения толщины защитных покрытий, глубины поверхностных трещин, электропроводности цветных металлов и содержания ферритной фазы в нержавеющей хромоникелевых сталях аустенитного и перлитного классов.

При контроле объектов на летательных аппаратах этот прибор наиболее целесообразно использовать для обнаружения несплошности материала в двух вариантах:

статическом – для контроля наружных поверхностей деталей накладными датчиками;

динамическом – для контроля внутренних стенок цилиндрических отверстий многослойных конструкций с применением роторных датчиков.

С дефектоскопами могут использоваться накладные или проходные вихретоковые дифференциальные и абсолютные преобразователи, работающие на частотах от 10 Гц до 20 МГц.

В данном руководстве пользователя рассмотрен только динамический формат дефектоскопа Вектор-60Д.

В динамическом режиме с дефектоскопом Вектор-60 кроме датчиков-сканеров, входящих в его комплект, также могут применяться роторные датчики-сканеры фирм Forster, Rohmann GMBH и др. (при использовании специальных переходников).

В динамическом варианте приборы позволяют выявлять поверхностные трещины длиной 1...2 мм, глубиной 0,1...0,5 мм, шириной 0,5 мкм и более.

Информация о режиме (параметрах настройки) приборов и результаты контроля отображаются на TFT экране.

Дефектоскопы могут эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от - 5 до +50 °С и относительной влажности до 80 % при +35 °С (группа исполнения В4 ГОСТ 12997).

Питание – от сети 220 В 50 Гц через внешний блок с выходным напряжением 15...18 В или от встроенной аккумуляторной батареи. Потребляемая мощность дефектоскопом Вектор-60Д не более 25 ВА.

Время установления рабочего режима не более 2 мин,

Время непрерывной работы не менее:

а) от сети переменного тока через внешний блок питания 16 час.;

б) от встроенных в прибор аккумуляторов при подсветке 50 % ... 8 час.

Пример записи наименования и условного обозначения дефектоскопа при заказе: *Дефектоскоп вихретоковый Вектор-60Д.*

В базовый комплект поставки входят:

блок электронный	1 шт.,
внешний блок питания	1 шт.,
датчик с накладным преобразователем для контроля	
в статическом режиме	1 шт.,
роторный датчик-сканер для контроля в динамическом	
режиме.....	1 шт.,
роторы с определенными значениями диаметра	4 шт.,
чехол с ремнями для работы в полевых условиях	1 шт.,
чемодан для транспортировки прибора и комплектующих	
изделий	1 шт.,
алюминиевый контрольный образец с имитаторами дефектов в	
отверстиях для настройки и проверки работоспособности дефектоскопа	
в динамическом режиме.....	1 шт.,
алюминиевый, титановый и магнитный контрольные образцы	
с надрезами, имитирующими трещины, для настройки и проверки	
работоспособности дефектоскопа в статическом режиме.....	3 шт.,
руководство по эксплуатации /паспорт.....	1 шт.,
диск с программным обеспечением.....	1 шт.

Примечание. По дополнительному заказу в комплект поставки могут включаться статические и динамические датчики других типоразмеров и конструкций, кабели и переходники для подключения датчиков других фирм.

4. РАБОТА ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д В ДИНАМИЧЕСКОМ ФОРМАТЕ

В основу работы дефектоскопа типа Вектор заложено измерение приращения амплитуды и фазы напряжения ΔU на выходе ВТП, связанного с создаваемым трещиной изменением электромагнитного поля вихревых токов, возбуждаемых вихретоковым преобразователем дефектоскопа в поверхностном слое материала отверстия детали. Принятый сигнал ΔU усиливается, разлагается на две составляющие в прямоугольных координатах X, Y , которые (составляющие сигнала) выпрямляются, преобразуются в цифровую форму, обрабатываются микропроцессором. После этого сигнал о трещине (амплитуда, фаза и временная развертка $Y(t)$) отображаются в поле значений на экране-индикаторе в графическом и цифровом виде.

Блок-схема и названия основных функциональных элементов, составляющих электронный блок прибора Вектор-60, представлены на рисунке 7.

Работа электрической схемы заключается в следующем.

Четыре генератора (G_1 , G_2 , $G_{\sin}$ и $G_{\cos}$) работают на одной частоте, которая может изменяться с помощью клавишей (кнопок) управления в диапазоне от 10 Гц до 20 МГц. Ток, вырабатываемый генератором G_1 , возбуждает вихретоковый преобразователь (ВТП) датчика Д. Амплитуда и фаза генераторов G_1 , G_2 регулируется. При изменении фазы напряжения генератора G_1 происходит такое же изменение фазы напряжения генератора G_2 . Кроме того, фаза напряжения генератора G_2 регулируется относительно фазы напряжения генератора G_1 кнопками управления, но это регулирование не влияет на значение фазы генератора G_1 . Напряжения генераторов $G_{\sin}$ и $G_{\cos}$, имеющие сдвиг фаз 90° между собой, но с разным сдвигом фаз относительно генератора G_1 , обеспечивают разложение сигнала, снимаемого с ВТП, на две ортогональные составляющие X и Y .

Напряжение ΔU с преобразователя поступает на вход мостовой схемы, где суммируется с напряжением генератора G_2 . Изменением фазы и амплитуды напряжения генератора G_2 обеспечивается компенсация разбаланса напряжения с ВТП, получаемого при начальном положении датчика в бездефектном месте на контролируемом изделии. Если на пути перемещения датчика происходит локальное изменение параметров контролируемого изделия (наличие дефектов,

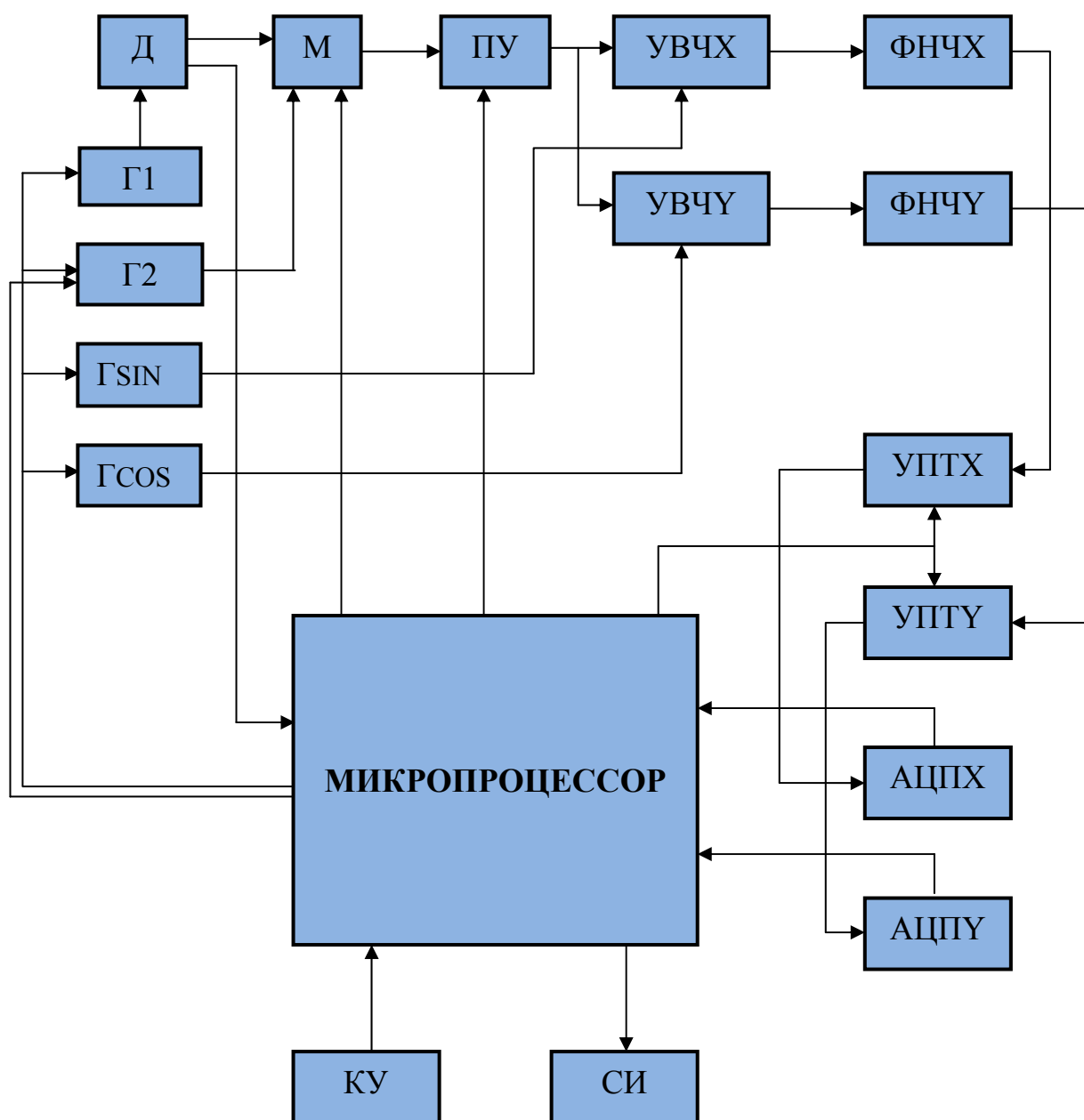


Рисунок 7 – Блок-схема дефектоскопа Вектор-60Д:
Г1 – генератор возбуждения ВТП; Г2 – генератор компенсации остаточного сигнала ВТП; ГSIN и ГCOS – генераторы опорного напряжения для каналов X и Y квадратурного детектора; Д – датчик; М – мостовая схема компенсации и балансировки; ПУ – предварительный усилитель; УВЧ X и УВЧ Y, УПТ X и УПТ Y – управляемые усилители высокой частоты и постоянного тока соответственно; ФНЧ X и ФНЧ Y – фильтры нижних частот; АЦП X и АЦП Y – аналого-цифровые преобразователи; КУ – клавиатура управления; СИ – система индикации

изменение проводимости, магнитной проницаемости или зазора между деталью и ВТП), то на выходе мостовой схемы М появляется сигнал U_m . Он поступает на квадратурный приемник, содержащий предварительный усилитель ПУ (усиление регулируется от 0 до 40 дБ) и два канала X и Y, каждый из которых содержит высокочастотный умножитель УВЧ, фильтр низких частот ФНЧ и усилитель напряжения постоянного тока УПТ. Усилитель напряжения постоянного тока имеет регулируемый коэффициент усиления от K_0 до K_0+30 дБ (K_0 – начальный коэффициент усиления, устанавливаемый при изготовлении для обеспечения масштабирования сигналов на входах аналого-цифровых преобразователей АЦПХ и АЦПY). Кроме того, масштаб отображения сигнала на экране индикатора изменяется цифровым способом в пределах 0...40 дБ. Таким образом, усиление по X и Y при отображении сигнала на экране регулируется от 0 мостовой схемы балансировки М до 70 дБ (с учетом ПУ), а максимальный диапазон регулировки усиления сигнала составляет 110 дБ.

В микропроцессор с АЦП X и АЦП Y двух каналов поступают квадратурные составляющие выпрямленного напряжения, где подвергаются цифровой обработке, фильтрации и масштабированию. В конечном итоге, преобразованный сигнал ВТП отображается на экране индикатора в виде годографа вектора в координатах X,Y и/или в виде временной развертки Y(t) или Y(t) и X(t).

Микропроцессор, кроме того, обеспечивает интерфейс с пользователем с помощью клавиатуры и экранных меню и управляет всеми параметрами генераторов – частотой, амплитудой, фазой, а также усилением ПУ и УПТ. Микропроцессор также позволяет подбирать цвет элементов изображения на экране и самого экрана, а также первого и второго курсоров, оттеняющих выбранные пункты и параметры меню соответственно. При использовании динамических (роторных) датчиков из них в микропроцессор поступает специальный (не связанный с ВТП) импульс напряжения, чем обеспечивается синхронизация развертки сигнала на экране индикатора с вращением ротора.

5. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д И ЕГО ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Внешний вид электронного блока дефектоскопа Вектор-60Д приведен на рисунке 8. На лицевой панели прибора расположены: TFT экран, клавиши управления, защищенные пленкой и обозначенные символами, три светодиода. На верхней части корпуса установлены разъемы подсоединения: датчиков, бло-

ка сетевого питания, внешней клавиатуры, персонального компьютера и интернета. Сзади под крышкой, закрепленной винтами, находится аккумулятор.

Назначение (функции) клавиш (кнопок) меню управления работой дефектоскопа Вектор-60Д приведено на рисунке 9. В приборе данного типа предусмотрен двойной способ выбора групп параметров главного меню, состоящего из пяти разделов: «ОСНОВНЫЕ», «ПРИЕМНИК», «ФИЛЬТР», «ЭКРАН», «НАСТРОЙКИ».

Один способ – это нажатие кнопок прямого выбора, расположенных рядом с названиями групп меню (горизонтальный ряд 5 кнопок  ниже экрана). Другой (последовательный) способ – нажатие кнопок  «Вправо-Влево».

В четырех группах главного меню имеются подменю, которые открываются вторым нажатием соответствующей кнопки прямого выбора. Группами этих подменю являются:

в группе «ОСНОВНЫЕ» – «ЗОНЫ», «АСД», «ИЗМЕРЕНИЕ»;

в группе «ПРИЕМНИК» – «БАЛАНС», «ДЕТЕКТОР»;

в группе «НАСТРОЙКИ» – «УСТАНОВКИ»;

в группе «ЭКРАН» – «СЕТКА», «ЦВЕТА 1», «ЦВЕТА 2».

Выбор групп подменю осуществляется так же, как и групп главного меню, двумя указанными способами. Для возвращения в главное меню из подменю необходимо нажать кнопку  «Возврат в главное меню».

Параметры (функции) меню также выбираются клавишами прямого выбора (вертикальный ряд 4 кнопок  справа от экрана) или клавишами последовательного выбора «Вверх-Вниз». Значение всех функций и состояний параметров (кроме параметра «Усиление X,Y», который постоянно обозначен в верхнем правом углу экрана при любой выбранной группе меню и подменю) регулируются одной для всех парой клавиш «Больше-Меньше». Шаг регулирования некоторых параметров (тех у которых шаг обозначен) изменяется нажатием (удерживанием) клавиш  прямого выбора параметров.

Параметр «Усиление X, Y» регулируется одновременно из любой группы меню (подменю) клавишами «Больше - dB - Меньше». Шаг этого параметра для X и Y изменяется одновременным нажатием клавиш обоих направлений и имеет значения 0,1; 1; 2; 6; 10.

При регулировании параметров «Усиление X», «Усиление Y» в группе меню «ПРИЕМНИК» одновременно меняются также показания усиления X и Y во входящем во все группы параметра «Усиление X, Y».

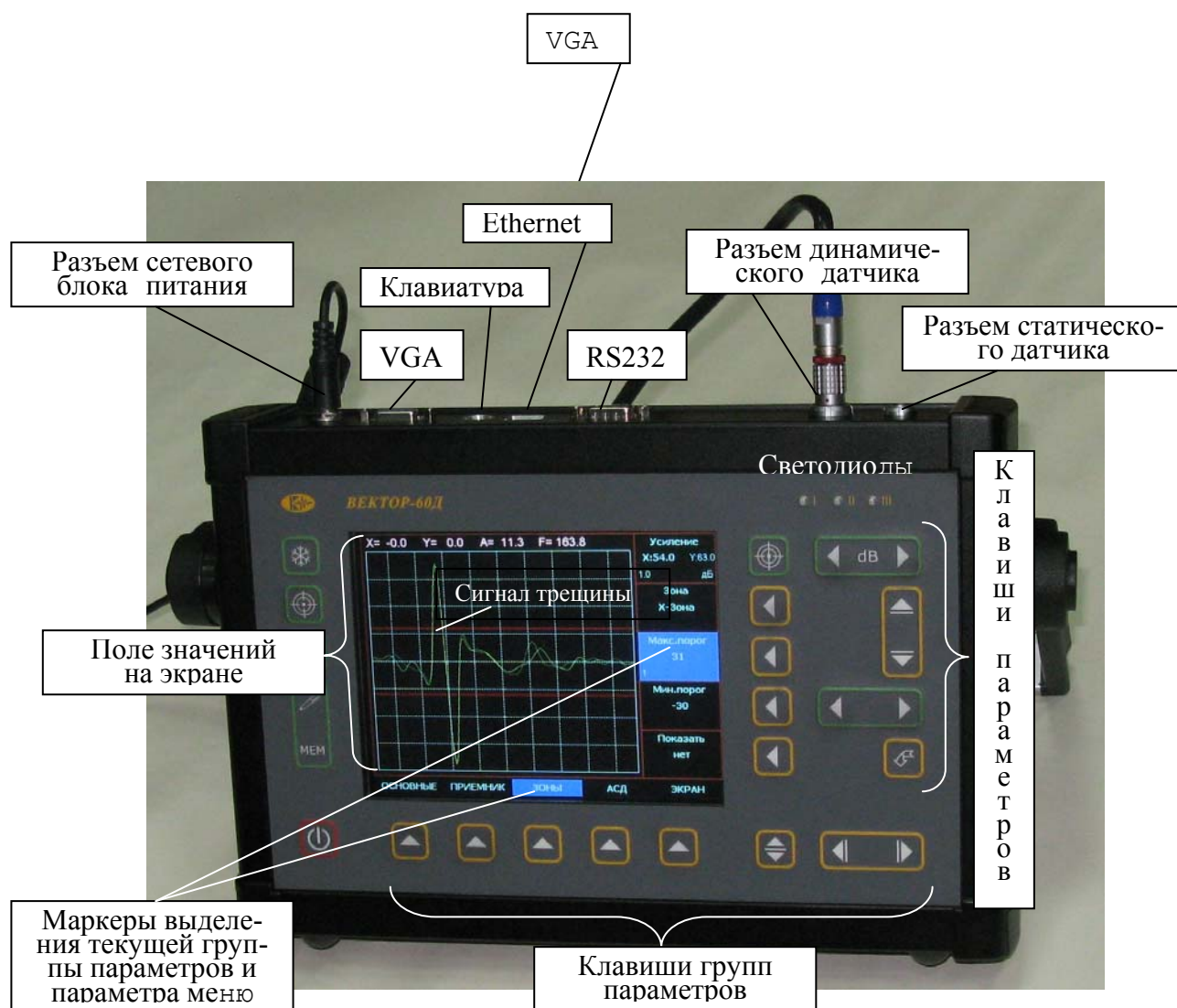


Рисунок 8 – Внешний вид дефектоскопа Вектор-60Д



Рисунок 9 – Клавиатура и функции кнопок управления дефектоскопом Вектор-60Д

При регулировании усиления X и Y в группе «ПРИЕМНИК» диапазон их изменения составляет от 0 до 70 дБ.

Предварительное усиление в группе «ПРИЕМНИК» может изменяться в диапазоне 0...40 дБ. Значение этого параметра также отображается в окне «Усиление X, Y», имеющемся во всех группах меню.

Внимание. При задании режимов работы дефектоскопа нужно учитывать следующие ограничения по регулированию параметров:

1) В группе меню «ОСНОВНЫЕ», параметр «Амплитуда»: на частотах выше 5,0 МГц не рекомендуется устанавливать значение больше 50 %.

2) В группе меню «ФИЛЬТР», параметр «НЧ Фильтр»: при работе с динамическими датчиками не рекомендуется устанавливать значения частоты ниже 250 Гц.

3) В группах подменю ЦВЕТА 1 и ЦВЕТА 2: необходимо подбирать цвета элементов экрана (Меню, Курсор, Линии, Сигнал, Указатель, Результат) таким образом, чтобы эти элементы имели цветовой контраст с Фоном экрана и при печати черно-белым принтером четко отражались на бумаге.

При загрузке из памяти прибора любой Настройки цветосочетания на экране будут такими, какими они были установлены в процессе формирования последней из сохраненных Настроек.

Функционально одинаковые кнопки «Обнуление сигнала», установленные по обе стороны экрана, в динамическом режиме не используются. Они применяются в статическом режиме при индикации годографа сигнала для размещения начала вектора (точки) в центр полярной или ортогональной (декартовой) координатной системы.

В верхней информационной строке экрана постоянно высвечиваются значения четырех величин: положение конца вектора сигнала ВТП – координаты X и Y; амплитуда A и фаза F отображаемого на экране сигнала в полярной системе координат.

Кроме того, в информационной строке отображаются знаки (символы), которые информируют:

 – о степени разряда аккумуляторной батареи;

C – о включении функции синхронизации временной развертки сигнала ВТП в динамическом режиме контроля от специального импульса, вырабатываемого в роторном датчике;

***** – о включении функции «заморозки» изображения на экране дефектоскопа.

Полный состав меню прибора (названия групп параметров и параметров, входящих в группы) приведен в таблице 1, а в таблице 2 указаны пределы и шаг изменения параметров или состояния параметров, а также их функции.

В дефектоскопе Вектор-60Д предусмотрена возможность подключения его к внешнему персональному компьютеру (ПЭВМ). Это позволяет:

Таблица 1

Состав меню дефектоскопа Вектор-60Д

Наименование группы параметров главного меню и подменю	Наименование параметра (функции) в группе параметров				
ОСНОВНЫЕ	Усиление X, Y	Частота	Фаза	Амплитуда	Синхро-режим
<i>Подменю ОСНОВНЫЕ</i>					
ЗОНЫ	Усиление X, Y	Зона	Макс. порог	Мин. порог	Показать
АСД	Усиление X, Y	АСД 1	АСД 2	АСД 3	Сигнал
ИЗМЕРЕНИЕ	Усиление X, Y	Параметр	Образец 1	Образец 2	Включить
ПРИЕМНИК	Усиление X, Y	Усиление X	Усиление Y	Предв.усилен	.
<i>Подменю ПРИЕМНИК</i>					
БАЛАНС	Усиление X, Y	Фаза	Уровень	Баланс	
ДЕТЕКТОР	Усиление X, Y	Сдвиг частоты	Смещение X	Смещение Y	
ФИЛЬТР	Усиление X, Y	НЧ Фильтр	ВЧ Фильтр		
ЭКРАН	Усиление X, Y	Вид	След	Указатель	Яркость
<i>Подменю ЭКРАН</i>					
СЕТКА	Усиление X, Y	Сетка XY	Сетка YT	Заполн. зон	
ЦВЕТА 1	Усиление X, Y	Фон	Меню	Курсор	Линии
ЦВЕТА 2	Усиление X, Y	Сигнал	Сетка	Указатель	Результат
НАСТРОЙКИ	Усиление X, Y	Загрузить настройку	Сохранить настройку		
<i>Подменю НАСТРОЙКИ</i>					
УСТАНОВКИ	Усиление X, Y	Язык	Дата	Время	IP адрес прибора

Примечание. Переход к подменю осуществляется вторым нажатием клавиши  прямого выбора группы параметров «Основные», «Приемник», «Экран» или «Настройки».

**Пределы изменения, состояние и назначение параметров
дефектоскопа Вектор-60Д**

Наименование группы параметров главного меню и подменю	Наименование параметра	Пределы изменения параметра, шаг	Назначение пара- метра
1	2	3	4
ОСНОВНЫЕ	Усиление X, Y	X: 0...70 дБ Y: 0...70 дБ шаг: 0,1; 1; 2; 6; 10 дБ	Одновременное изменение усиления по каналам X и Y
	Частота	10 Гц...20 МГц шаг: 1; 10; 100 Гц; 1; 10; 100; 1000 кГц	Задание частоты возбуждения вихревых токов
	Фаза	0...350° шаг: 0; 01; 0,1; 1; 5; 10; 15; 90; 180°	Изменение фазы сигнала относительно опорного напряжения
	Амплитуда	---; 12,5; 25; 50; 100 %	Задание амплитуды напря- жения возбуждения
	Синхро-режим	да; нет	Вкл./ выкл. синхронизации временной развертки в ди- намическом режиме
<i>ЗОНЫ</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Зона	X-Зона; Y-Зона; A-Зона; F-Зона	Установка типа зоны АСД
	Макс. порог	-100...+100; выкл. шаг: 1; 5; 10	Установка верхнего порога срабатывания АСД
	Мин. порог	-100...+100; выкл. шаг: 1; 5; 10	Установка нижнего порога срабатывания АСД
	Показать	да; нет	Вкл./ выкл. отобр. зон АСД на экране
<i>АСД</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	АСД 1	X-Зона; Y-Зона; XY; AF; выкл	Установка набора типов зон для каждой из 3-х АСД
	АСД 2	X-Зона; Y-Зона; XY; AF; выкл	То же
	АСД 3	X-Зона; Y-Зона; XY; AF; выкл	То же
<i>ИЗМЕРЕНИЕ</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Параметр	X, Y, A, F	Выбор измеряемого пара- метра сигнала
	Образец 1	0,00...100,00 мм	Задание значения измеряе- мой величины
	Образец 2	0,00...100,00 мм	Задание значения измеряе- мой величины
	Включить	да; нет	Вкл./ выкл. режима измерения
ПРИЕМНИК	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Усиление X	X: 0...70 дБ шаг: 0,1; 1; 2; 6; 10 дБ	Изменение усиления толь- ко по каналу X
	Усиление Y	Y: 0...70 дБ шаг: 0,1; 1; 2; 6; 10 дБ	Изменение усиления толь- ко по каналу Y
	Предвар. усил.	0...40 дБ шаг: 0,1; 1; 2; 6; 10 дБ	Изменение предваритель- ного усиления

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
<i>БАЛАНС</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Фаза	0...359° шаг: 0, 01; 0,1; 1,00; 5,00; 10,00; 45,00; 90,00; 180,00°	Изменение фазы напряжения балансировки
	Уровень	0...2559 %; шаг: 1; 10; 100; 512 %	Изменение амплитуды напряжения балансировки
	Баланс	датчика/входа	Переключение вида балансируемого напряжения
<i>ДЕТЕКТОР</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Сдвиг частоты	0...5000 Гц шаг: 0,1; 1,0; 10,0; 100,0 Гц	При ДРР не используется
	Смещение X	-2000...+2000 % шаг: 1; 10; 100; 500 %	При ДРР не используется
	Смещение Y	-2000...+2000 % шаг: 1; 10; 100; 500	При ДРР не используется
ФИЛЬТР	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	НЧ Фильтр	5; 25; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000 Гц	Уменьшение высокочастотных шумов в сигнале
	ВЧ Фильтр	2,5; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500	Уменьшение низкочастотных шумов в сигнале
ЭКРАН	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Вид	YТ; YТ + XТ ; XУ; XУ + YТ	Выбор вида отображения сигнала на экране
	След	0...30 сек; шаг 1 сек	Изменение времени отображения сигнала в координатах XУ
	Указатель	точка, вектор	Изменение вида указателя на экране при отображении сигнала в координатах XУ
	Яркость	высокая; низкая	Изменение яркости свечения экрана
<i>СЕТКА</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Сетка XУ	полярная; линейная; центр; нет	Изменение вида сетки XУ
	Сетка YТ	полная; центр; нет	Изменение вида сетки YТ
	Запол. зон	да; нет	Выделяет зоны АСД

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
<i>ЦВЕТА 1</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Фон	темн. серый; св. зеленый; св. красный; св. малин.	Выбор цвета экрана
	Меню	желтый; белый; синий; зеленый; бирюзовый; красный; малиновый; коричн.; св. серый; темн. серый; св. зеленый; св. бирюз.; св. красный; св. малин.	Выбор цвета слов, обозначающих пункты и параметры меню
	Курсор	желтый; белый; зеленый; бирюзовый; красный; малиновый; коричн.; св. серый; темн. серый; св. синий; св. зеленый; св. бирюз.; св. красный; св. малин.;	Выбор цвета курсоров пунктов и параметров меню
	Линии	желтый; белый; черный; синий; зеленый; бирюзовый; красный; малиновый; коричн.; св. серый; темн. серый; св. синий св. зеленый; св. бирюз.; св. красный; св. малин.	Выбор цвета линий таблицы меню
<i>ЦВЕТА 2</i>	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Сигнал	желтый; белый; синий; зеленый; бирюзовый; красный; малиновый; коричн.; св. серый; темн. серый; св. синий; св. зеленый; св. бирюз.; св. красный; св. малин.	Выбор цвета изображения сигнала
	Сетка	желтый; белый; черный; синий; зеленый; бирюзовый; красный; малиновый; коричн.; св. серый; темн. серый; св. синий; св. зеленый; св. бирюз.; св. красный; св. малин.	Выбор цвета сетки
	Указатель	Те же цвета, что у параметра «Сетка»	Выбор цвета указателя
	Результат	Те же цвета, что у параметра «Сигнал»	Выбор цвета сигнала

1	2	3	4
НАСТРОЙКИ	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Загрузить настройку	—	Загрузка настройки из памяти прибора
	Сохранить настройку	—	Сохранение настройки в памяти прибора
УСТАНОВКИ	Усиление X, Y	см. выше	см. выше
	Язык	Русский; English	Выбор языка общения
	Дата	Текущая (XX.XX.XX)	Установка даты в формате: дд, мм, гг
	Время	Текущее (XX.XX.XX)	Установка текущего времени в формате: ч, мин, сек
	IP адрес	200.000.168.192	Задание IP адреса прибора для связи с ПК и ПК сетью

сохранять базу настроек вне дефектоскопа;
 вводить в память дефектоскопа новые настройки не с клавиатуры дефектоскопа, а через ПЭВМ, что ускоряет процесс настройки;
 запоминать в ПЭВМ изображения экрана дефектоскопа;
 выводить из памяти дефектоскопа результаты и распечатывать протоколы с результатами контроля.

Для организации обмена информацией между дефектоскопом Вектор-60Д и ПЭВМ должны быть установлены на персональный компьютер две программы: Экран ВД-60К и Test Logger.

6. ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д

Дефектоскоп Вектор-60Д работает в основном в автономном режиме от встроенной литий-ионной (Li-ion) аккумуляторной батареи 3ТСИ2х2000.

При полном заряде она обеспечивает 8 часов непрерывной работы прибора.

Перед первым включением дефектоскопа следует:

отвернуть четыре винта крепления крышки аккумуляторного отсека на задней стенке прибора и снять крышку;

убедиться в том, что в аккумуляторном отсеке имеется аккумуляторная батарея и что она подключена к схеме дефектоскопа.

Примечание. Аккумуляторная батарея и зарядный блок (сетевой блок питания) поставляются производителем в комплекте с дефектоскопом.

Для включения прибора следует нажать и удерживать в течение 5...10 секунд кнопку  до окончания первого кратковременного звукового сигнала. Через 5...10 секунд после отпускания кнопки  должен возникнуть второй звуковой сигнал, а затем на экране должно появиться на 2...3 секунды изображение знака и названия предприятия – изготовителя прибора, а также линейка прогресса, которая мгновенно заполняется (рисунок 10а).

После исчезновения показанного на рисунке 10а изображения, еще спустя 10...15 секунд на экране появляется изображение с наименованием прибора, датой его изготовления, версией программного обеспечения и линейкой прогресса (рисунок 10б), которая быстро заполняется.

Через 30...40 секунд после включения дефектоскоп автоматически переходит в рабочий режим и на его экране вместо заставки появляется изображение (рисунок 9), которое может быть произвольным, но оно обязательно должно содержать названия групп параметров внизу экрана и названия части параметров с правой стороны экрана.

В течение первых 5 секунд, после перехода прибора в рабочий режим, могут включиться и гореть красные светодиодные индикаторы «I», «II», «III» системы автоматической сигнализации дефектов (АСД), которые находятся в верхней правой части прибора (см. рисунки 8 и 9). С переходом прибора в рабочий режим они гаснут.

Когда дефектоскоп через зарядный блок не подключен к сети 220 В 50 Гц, а аккумуляторная батарея прибора разряжена, то при нажатии кнопки  включение прибора может не произойти. В этом случае работа прибора возможна только от сети 220 В 50 Гц через зарядный (сетевой) блок.

Если аккумуляторная батарея разряжена, то её следует подзарядить, для чего подключить дефектоскоп через зарядный (сетевой) блок к сети 220 В 50 Гц. Разъем для подключения зарядного блока находится в верхней части прибора слева (см. рисунок 8).

Внимание. Зарядка аккумуляторной батареи может проводиться при выключенном дефектоскопе.

При работе дефектоскопа от сети через зарядный (сетевой) блок, если этот блок будет по какой-либо причине отключен, прибор автоматически переходит на питание от встроенной аккумуляторной батареи.

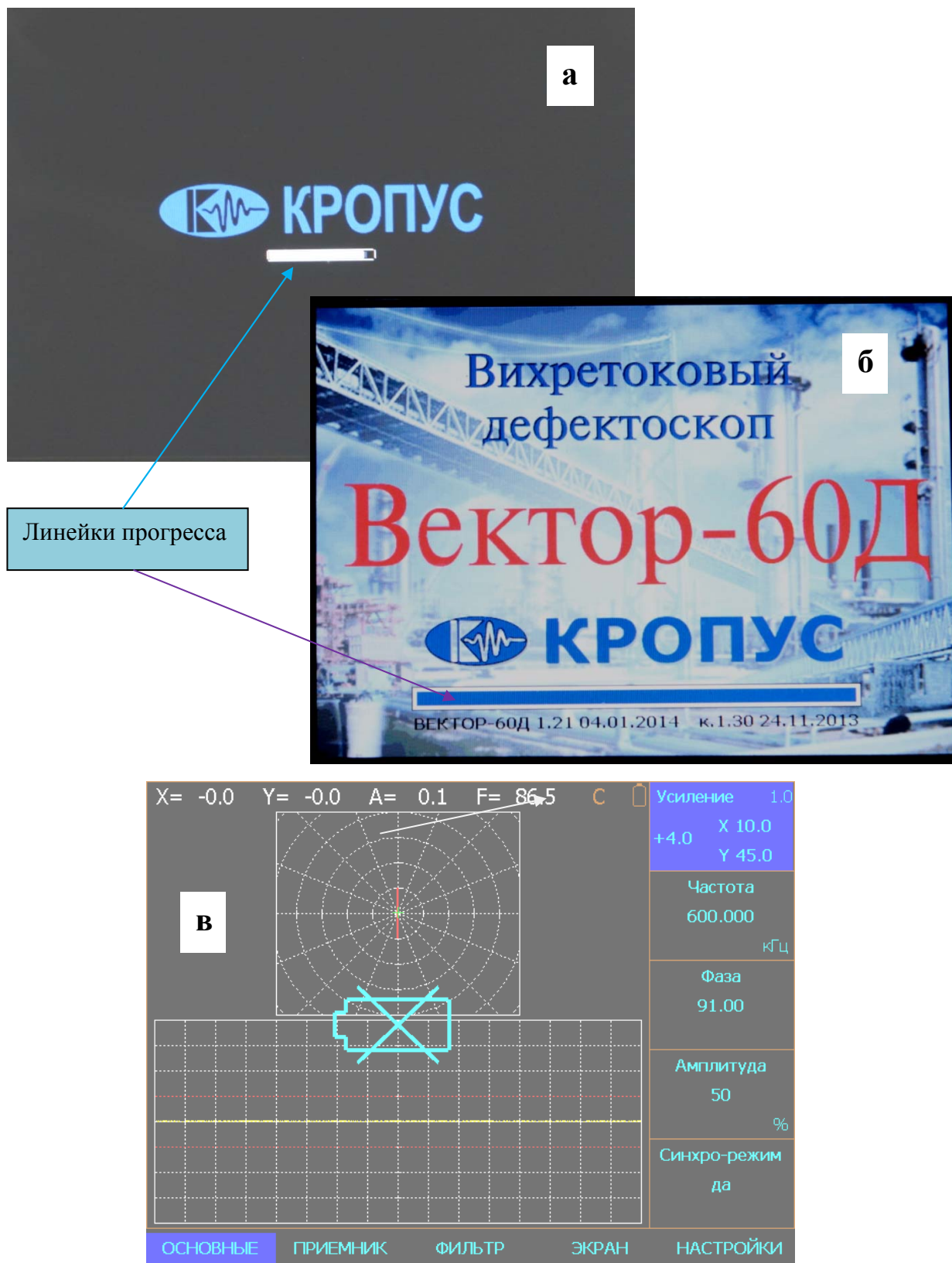


Рисунок 10 – Вид экрана после включения дефектоскопа Вектор-60Д:
а – через 10...15 секунд;
б – через 20...30 секунд;
в – через 30...40 секунд при недопустимом разряде аккумулятора

Если дефектоскоп работает от аккумуляторной батареи и она разрядилась настолько, что продолжение работы невозможно, то на экране появляется символ с перечеркнутым изображением аккумулятора (рисунок 10в).

В этом случае следует как можно быстрее выключить дефектоскоп и не включать его до подключения к сети через зарядный блок.

***Примечание.** В дефектоскопе предусмотрено автоматическое его выключение через две минуты после появления на экране символа полной разрядки аккумуляторной батареи. При таком выключении все параметры настройки дефектоскопа сохраняются и восстанавливаются при следующем его включении.*

Выключение дефектоскопа выполняется нажатием на 3...5 секунд клавиши . При этом гаснут экран и все световые индикаторы.

7. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО НАСТРОЙКЕ ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д

Дефектоскоп Вектор-60Д следует настраивать в лабораторных (цеховых) условиях до начала работ по контролю отверстий в деталях и узлах в два этапа:

этап 1 – предварительная настройка, состоящая в задании параметров, рекомендуемых разработчиком методики;

этап 2 – окончательная настройка, заключающаяся в корректировке параметров предварительной настройки по контрольным образцам и их сохранении в памяти прибора.

8. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ НАСТРОЙКА ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д

Поскольку каждую настройку дефектоскопа составляют конкретные значения параметров, обусловленные дефектоскопическими характеристиками (форма и размеры зоны контроля, электромагнитные свойства объекта контроля и т.п.), то последующее изложение текста и изображения экрана и окон на нем привязано к задаче контроля отверстий в узлах стыковки разных частей крыла самолета.

Значения (состояния) параметров, которые должны быть введены в прибор Вектор-60Д перед контролем профилей разъемов крыла самолета Ан-22 в ходе предварительной настройки, указаны в таблице 3.

Внимание: С начала ввода параметров и до их сохранения в памяти дефектоскопа выключать его запрещается.

Ввод параметров в процессе предварительной настройки в соответствии с таблицей 3 осуществлять в последовательности:

8.1. Задать значения (состояния) параметров «Язык», «Дата», «Время» и «IP адрес сети» в группе параметров «УСТАНОВКИ», для чего:

8.1.1. Выбрать группу «УСТАНОВКИ», как указано в примечании к таблице 3.

8.1.2. Выбрать параметр «Язык» нажатием клавиши прямого выбора  напротив наименования данного параметра или с помощью клавиш  последовательного выбора функций (параметров), а затем, с помощью клавиш  установить нужное состояние (рисунок 11).

8.1.3. Параметры «Дата», «Время» и «IP адрес сети» задаются в одинаковой последовательности. Сначала выбирается с помощью клавиши  прямого выбора или с помощью клавиш  последовательного выбора нужный параметр (рисунок 12), а затем, этот выбор подтверждается нажатием клавиши .

После нажатия указанной клавиши в центре дефектоскопа должно появиться окно установки параметра (рисунок 13а). Изменяя значения параметра в пределах темного маркера в окне установки с помощью клавиш  и смещая

темный маркер в пределах окна клавишей , задать нужное значение параметра.

Подтвердить установленное значение параметра нажатием клавиши . Окно установки параметра исчезнет с экрана дефектоскопа, а параметр примет нужное значение.

Затем таким же способом установить значения параметра «Время».

8.1.4. Завершив задание параметров в группе «УСТАНОВКИ», перейти к первой строке меню – выйти из подменю (см. рисунок 9), нажав клавишу .

8.2. Установить значения параметров «Предв. усиление», «Усиление X», «Усиление Y». Для этого:

8.2.1. С помощью клавиши  прямого выбора или клавиш  последовательного выбора установить маркер на группу «ПРИЕМНИК» (выбрать группу параметров «ПРИЕМНИК» в нижней строке меню на экране прибора).

8.2.2. В правой части экрана, где отображены входящие в группу «ПРИЕМНИК» параметры, с помощью клавиши  прямого выбора или клавиш  последовательного выбора установить маркер на наименование параметра «Предв. усиление» (выбрать параметр «Предв. усиление»).

8.2.3. Задать клавишами  значение параметра «Предв. усиление» в соответствии с таблицей 3.

8.2.4. В аналогичном порядке (пункты 8.2.2 и 8.2.3) установить клавишами  соответствующие таблице 3 сначала значение параметра «Усиление X», а затем – значение параметра «Усиление Y».

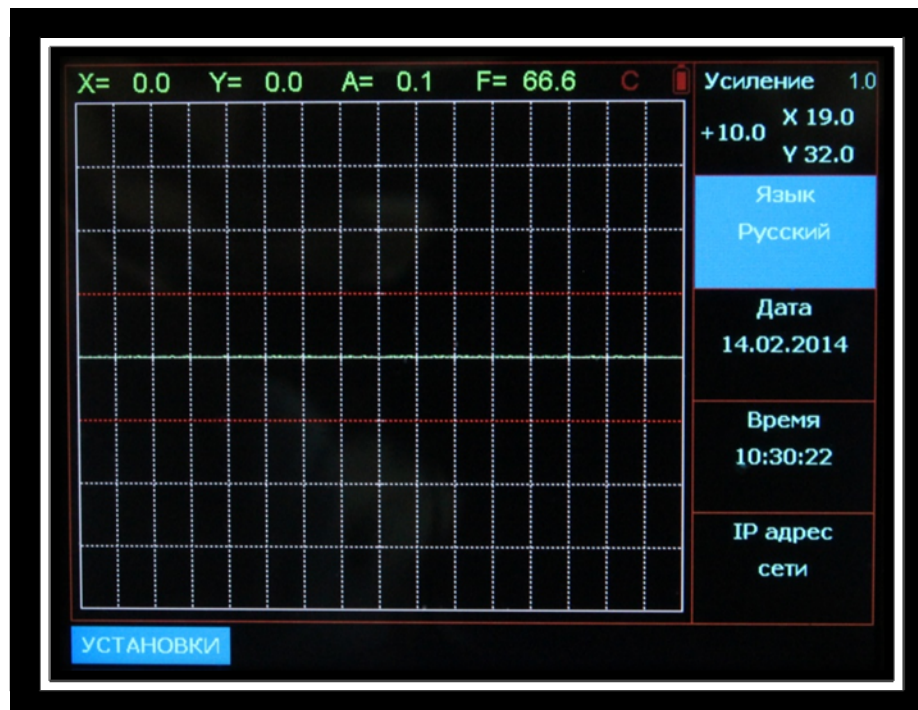


Рисунок 11 – Вид экрана дефектоскопа при выборе параметра «Язык» в группе параметров «УСТАНОВКИ»

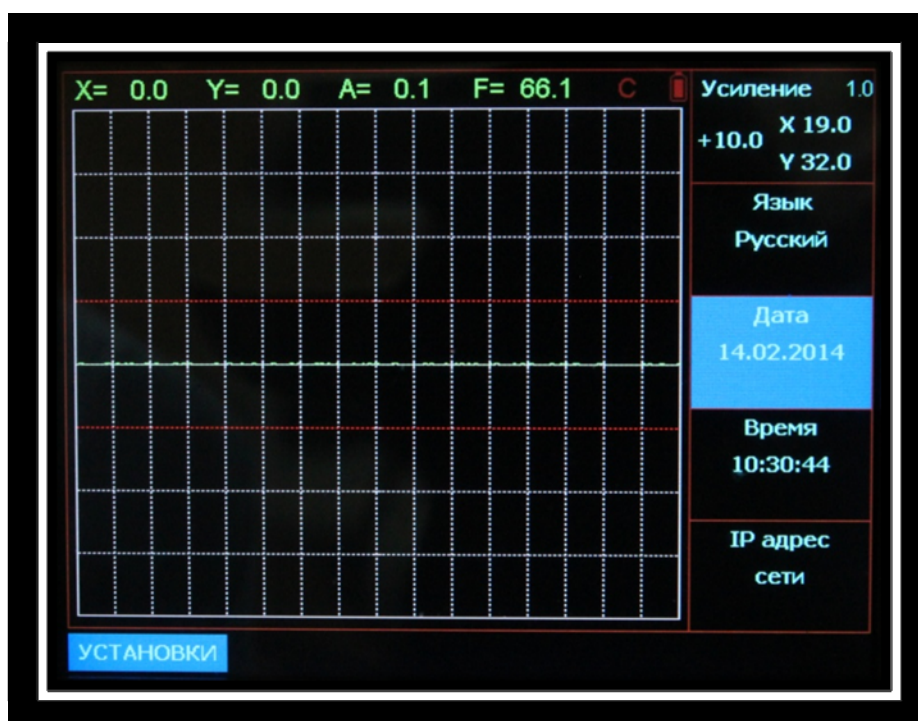


Рисунок 12 – Вид экрана дефектоскопа после выбора группы «УСТАНОВКИ» и параметра «Дата»

Таблица 3

**Параметры меню дефектоскопа Вектор-60Д, задаваемые
предварительной настройкой перед контролем отверстий
в профилях разъемов самолета**

Наименование группы параметров	Наименование параметра, входящего в группу	Значение (состояние) параметра
1	2	3
ОСНОВНЫЕ	Частота	700,000 кГц
	Фаза	84,00°
	Амплитуда	50 %
	Синхро-режим	да
<i>ЗОНЫ*</i>	Зона	У- Зона
	Макс. порог	25 %
	Мин. порог	- 25 %
	Показать	да
<i>АСД*</i>	АСД 1	У- зона
	АСД 2	выкл.
	АСД 3	выкл.
	Сигнал	АСД 1
<i>ИЗМЕРЕНИЕ*</i>	Параметр	У
	Образец 1	0,00
	Образец 2	0,00
	Включить	нет
ПРИЕМНИК	Усиление Х	32,0 дБ
	Усиление У	19,0 дБ
	Предв. усиление	10,0 дБ
<i>БАЛАНС**</i>	Фаза	произвольное
	Уровень	произвольное
	Баланс	произвольное
<i>ДЕТЕКТОР**</i>	Сдвиг частоты	произвольное
	Смещение Х	произвольное
	Смещение У	произвольное
ФИЛЬТР	НЧ Фильтр	1000 Гц
	ВЧ Фильтр	175 Гц

1	2	3
ЭКРАН	Вид	XY+YT
	След	10 сек
	Указатель	точка
	Яркость	низкая
<i>СЕТКА***</i>	Сетка ХУ	полярная
	Сетка УТ	полная
	Заполн. зон	нет
<i>ЦВЕТА 1***</i>	Фон	черный
	Меню	св. бирюза
	Курсор	св. синий
	Линии	коричн.
<i>ЦВЕТА 2***</i>	Сигнал	желтый
	Сетка	св. серый
	Указатель	св. зеленый
	Результат	св. серый
НАСТРОЙКИ	Загрузить настройку	—
	Сохранить настройку	—
<i>УСТАНОВКИ****</i>	Язык	Русский
	Дата	Текущие день «XX», месяц «XX», год «XXXX»
	Время	Текущие час «XX», минуты «XX», секунды «XX»,
	IP адрес сети	192. 168.000.200

Примечания: 1. Для вывода на экран прибора групп параметров, наименования которых в таблице 3 отмечены знаком «*», необходимо вначале первым нажатием клавиши  под названием группы «ОСНОВНЫЕ» выбрать эту группу (установить на названии группы световой маркер), а затем, повторно нажать клавишу  под названием группы, выделенным маркером. Первоначальный выбор группы «ОСНОВНЫЕ» может быть выполнен не только клавишей , но и клавишами .

2. Вывод на экран прибора групп параметров, отмеченных знаком «**», выполнять в последовательности, аналогичной указанной выше в пункте 1

Примечания, но после выбора группы «ПРИЕМНИК» и повторного нажатия клавиши  под названием этой группы, отмеченным маркером.

3. Вывод на экран прибора групп параметров, отмеченных знаком «***», выполнять в последовательности, аналогичной указанной выше в пункте 1 Примечания, но после выбора группы «ЭКРАН» и повторного нажатия клавиши  под отмеченным маркером названием этой группы.

4. Вывод на экран прибора групп параметров «УСТАНОВКИ», отмеченных знаком «****», выполнять в последовательности, аналогичной указанной выше в пункте 1 Примечания, но после выбора группы «НАСТРОЙКИ» и повторного нажатия клавиши  под отмеченным маркером названием этой группы.

5. Для возвращения к первоначальному виду экрана прибора следует нажать клавишу .

При изменении параметров «Усиление X» и «Усиление Y» в группе «ПРИЕМНИК» будут изменяться и значения усиления X и Y в параметре «Усиление X, Y», входящем во все группы (верхняя ячейка в правом верхнем углу экрана).

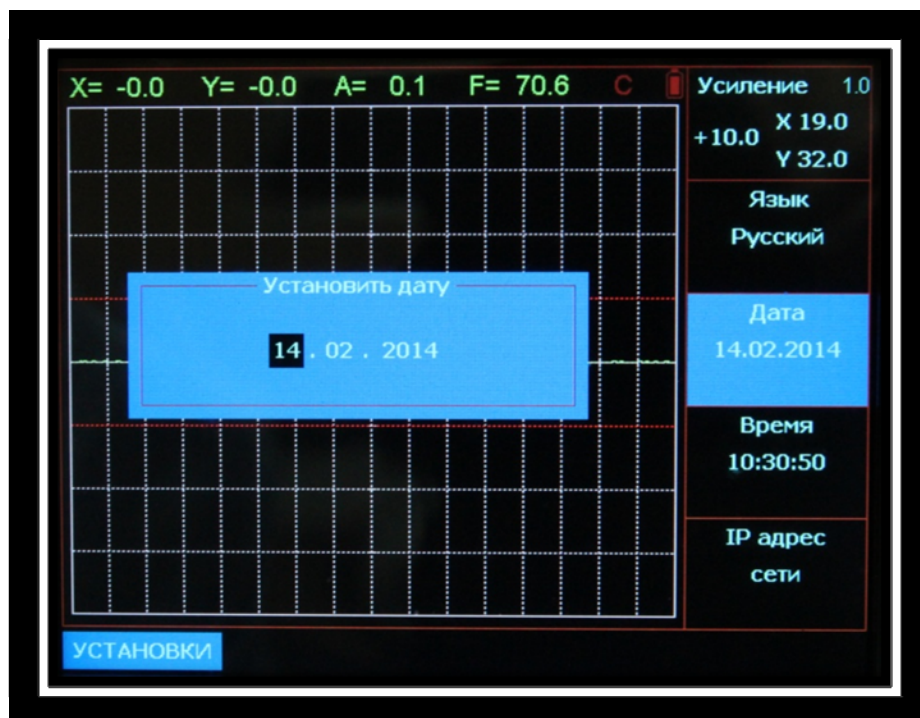
8.3. В соответствии с таблицей 3 задать значения (состояния) всех остальных параметров во всех группах. Выбор групп и параметров в них выполнять с помощью клавиш прямого или последовательного выбора (см. рисунок 9), а изменение значений (состояния) самих параметров – клавишами .

8.4. Завершив задание всех значений (состояний) параметров в соответствии с таблицей 3, сохранить их в памяти дефектоскопа. С этой целью:

8.4.1. Выбрать группу параметров «НАСТРОЙКИ», для чего нажать клавишу , расположенную ниже названия этой группы.

8.4.2. С помощью клавиши  прямого выбора или клавиш  последовательного выбора установить маркер на параметр «Сохранить настройку» (рисунок 13б).

8.4.3. Подтвердить выбор параметра «Сохранить настройку» нажатием клавиши . Экран дефектоскопа примет вид, показанный на рисунке 14а.

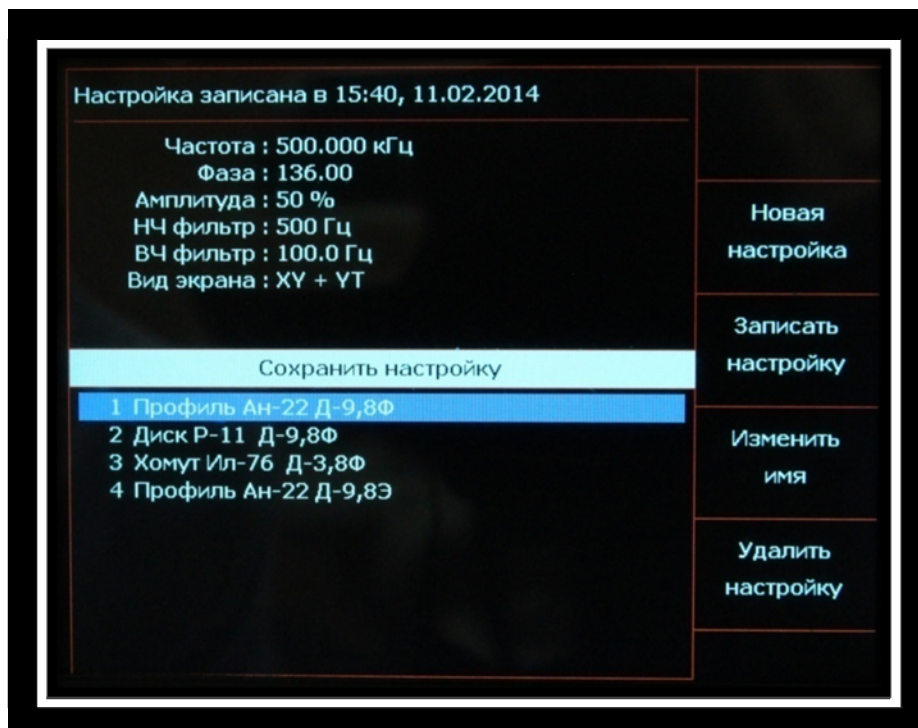


а

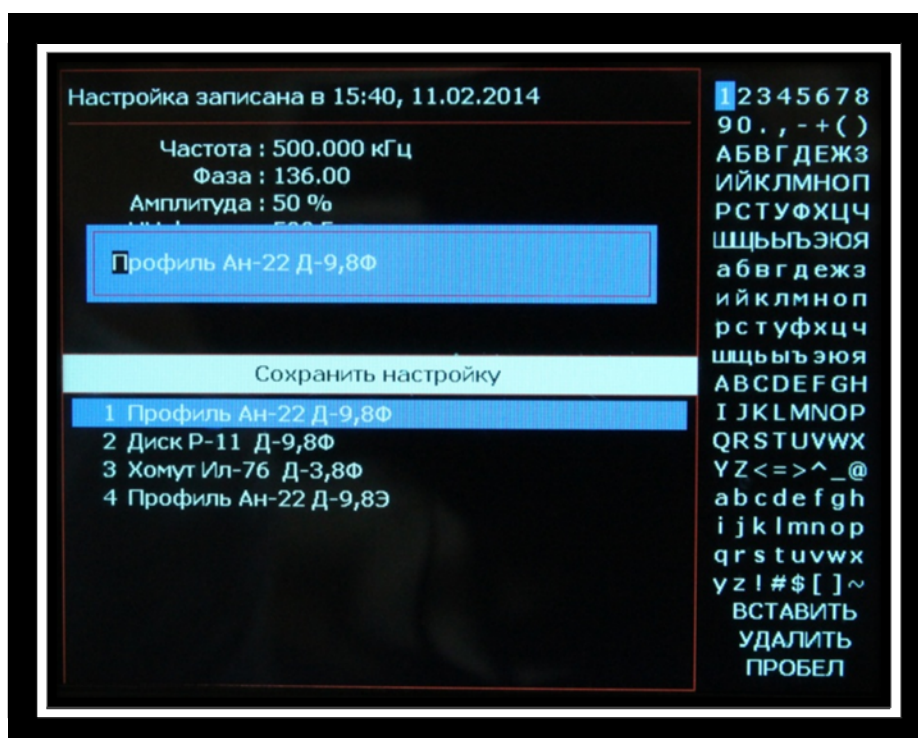


б

Рисунок 13 – Вид экрана дефектоскопа Вектор-60Д:
 а – при установке параметра «Дата» в группе «УСТАНОВКИ»;
 б – после выбора параметра «Сохранить настройку» в группе
 «НАСТРОЙКИ»



а



б

Рисунок 14 – Вид экрана дефектоскопа: а – после подтверждения нажатием клавиши  выбора параметра «Сохранить настройку»; б – при записи названия новой настройки

8.4.4. Клавишей прямого выбора  с правой стороны экрана дефектоскопа выбрать параметр «Новая настройка». Экран дефектоскопа примет вид, показанный на рисунке 14б. В середине экрана будет изображено окно для записи названия настройки, а с правой стороны экрана должен появиться список цифр, букв, символов и операций, позволяющих вводить название настроек.

8.4.5. Выбирая (устанавливая маркер) с помощью клавиш  и клавиш  нужные буквы, цифры, символы, операции и подтверждая выбор каждого знака нажатием клавиши , а также смещая клавишами  маркер в окне записи названия настройки, сформировать (написать) требуемое название настройки. В общем случае название настройки может быть произвольным, но целесообразно формировать его из названия объекта и типа используемого с прибором датчика (и ротора). Например (рисунок 14б), название настройки может иметь вид «Профиль Ан-22 Д-9,8Ф». В этом названии содержится название объекта контроля, указан диаметр используемого ротора, а также буква Ф (Э, В), информирующая о том, из комплекта какого прибора используется датчик и его ротор (Ф – Ферстер, Э – Элотест, В – Вектор).

8.4.6. Сохранить в памяти дефектоскопа *название* настройки и записанные в соответствии с таблицей 3 значения (состояние) параметров предварительной настройки. Для этого нажать клавишу .

После нажатия указанной клавиши сначала на экране дефектоскопа должно появиться информационное окно с текстом об успешной записи настройки (рисунок 15), а затем прибор должен автоматически перейти в рабочий режим, и его экран примет вид, показанный на рисунке 16.

8.4.7. Убедиться, что в списке хранящихся в памяти дефектоскопа настроек имеется и новая настройка. Для этого в группе «НАСТРОЙКИ» выбрать параметр «Загрузить настройку» (рисунок 17а) и подтвердить этот выбор нажатием клавиши . Экран дефектоскопа должен принять вид, показанный на рисунке 17б. В левой средней части экрана в списке настроек должно присутствовать название новой настройки.

8.4.8. Загрузить параметры новой настройки. Для этого установить сначала клавишами  маркер на название новой настройки, а затем, нажатием

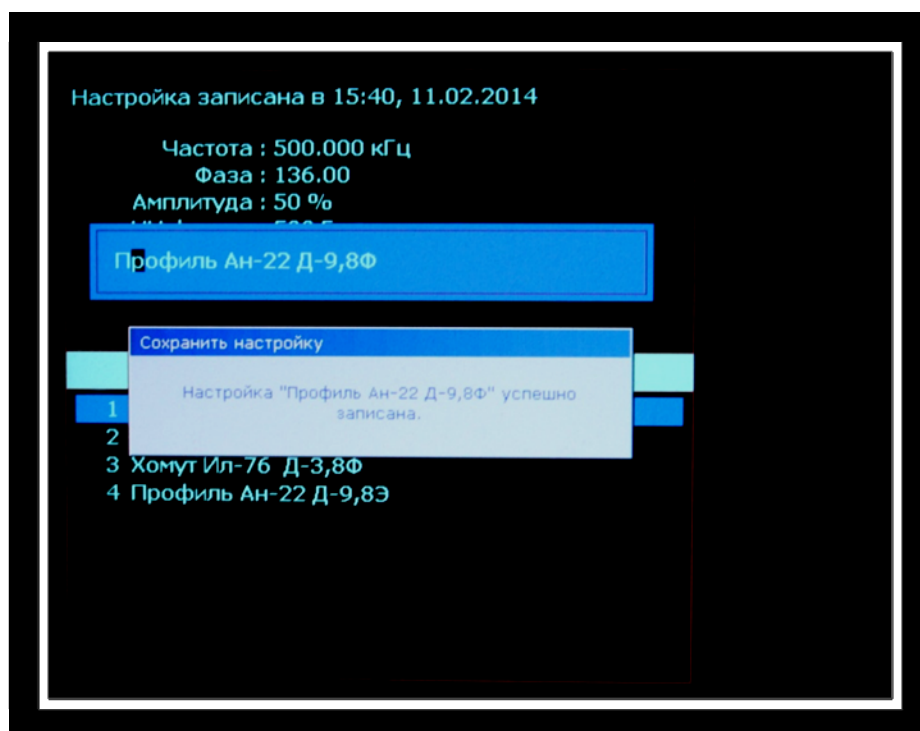


Рисунок 15 – Экран дефектоскопа с информационным окном о записи настройки в памяти

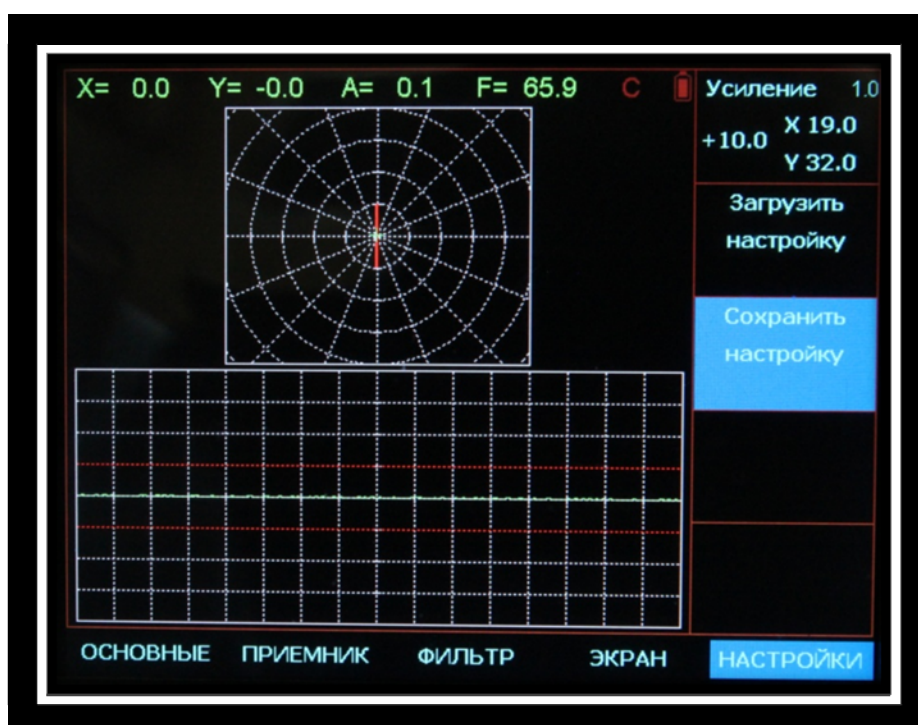
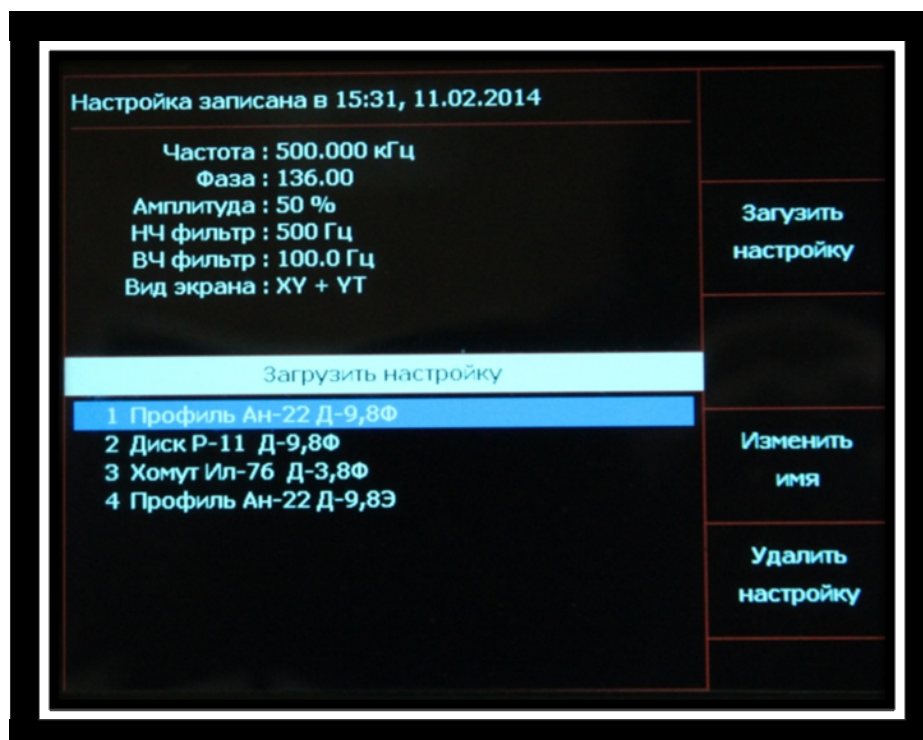


Рисунок 16 – Вид экрана дефектоскопа после сохранения параметров предварительной настройки



а



б

Рисунок 17 – Вид экрана дефектоскопа: а – после выбора параметра «Загрузить настройку» в группе «НАСТРОЙКИ»; б – после подтверждения нажатием клавиши  выбора параметра «Загрузить настройку»

клавиши , активировать процесс загрузки выбранной настройки. По его завершении должно появиться информационное окно с записью об успешной загрузке настройки (рисунок 18).

Загрузка выбранной настройки может проводиться также еще одним (вторым) путем – нажатием клавиши прямого выбора напротив параметра «Загрузить настройку» (см. рисунок 17б).

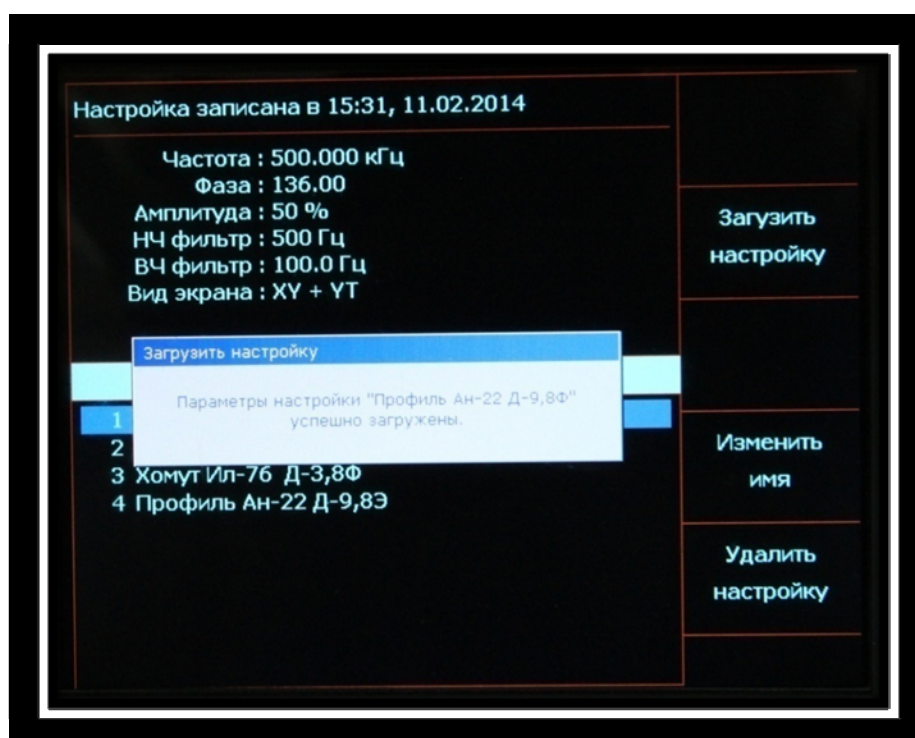


Рисунок 18 – Экран дефектоскопа с информационным окном об успешной загрузке выбранной настройки

9. КОРРЕКТИРОВКА ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д ПО РАБОЧИМ КОНТРОЛЬНЫМ ОБРАЗЦАМ И ЕЁ ПЕРЕСОХРАНЕНИЕ

Для корректировки параметров предварительной настройки вихретокового дефектоскопа Вектор-60Д использовать рабочие контрольные образцы (РКО), в которых должны быть отверстия и материал, идентичные отверстиям и материалу объекта контроля. В отверстиях одного РКО должны быть искусственные дефекты минимальных размеров, подлежащие выявлению. Во втором РКО должны быть такие же отверстия, но без каких-либо дефектов. Пример РКО приведен на рисунке 19.

Целью выполнения корректировки является получение сигнала определенной формы и амплитуды от дефекта на рабочем контрольном образце. Это позволяет учесть отличия в параметрах вихретоковых преобразователей, установленных в роторах различных типов.

В ходе корректировки допускается лишь некоторое незначительное изменение следующих параметров: «Фаза» и «Частота» группы «ОСНОВНЫЕ», «Усиление Y» группы «ПРИЕМНИК», «НЧ Фильтр» и «ВЧ Фильтр» группы «ФИЛЬТР».

Корректировку параметров предварительной настройки осуществлять в последовательности:

9.1. Если дефектоскоп был выключен, то включить его как указано в разделе 6.

9.2. Подключить к расположенному на верхней панели дефектоскопа разъему динамический датчик-сканер (см. рисунки 5, 6, 8).

9.3. Загрузить из памяти прибора настройку, параметры которой соответствуют таблице 3, для чего:

клавишей  прямого или клавишей  последовательного выбора установить маркер на группу «НАСТРОЙКИ»;

выбрать параметр «Загрузить настройку» (см. рисунок 17а), используя клавишу  прямого или клавишу  последовательного выбора, и подтвердить выбор нажатием клавиши . На экран дефектоскопа будет выведен список имеющихся в памяти прибора настроек (рисунок 17б);

выбрать нужную настройку, перемещая маркер по списку настроек нажатием клавиши .

Дефект (надрез) глубиной $0,5 \pm 0,1$ мм

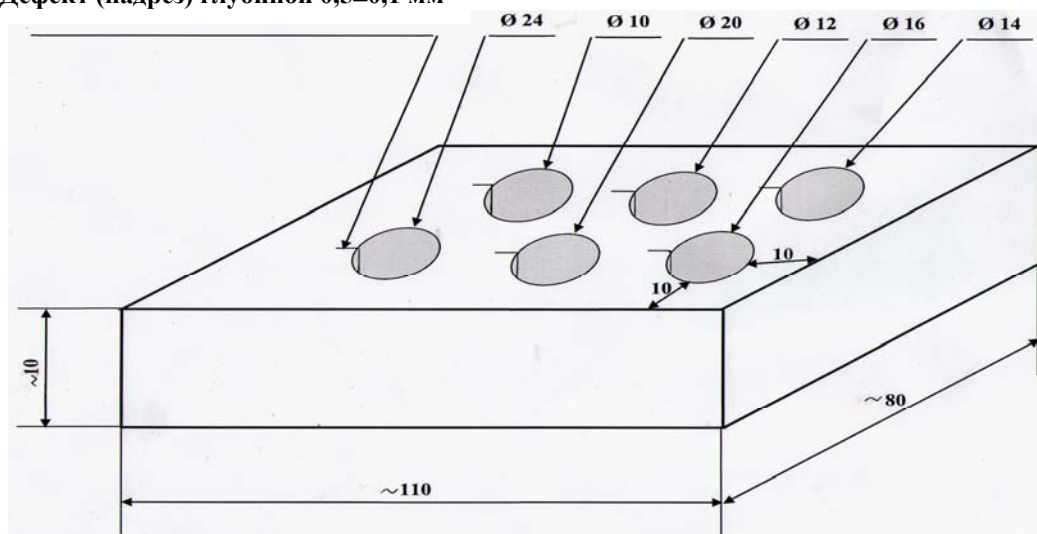


Рисунок 19 – Рабочий контрольный образец (РКО) с надрезами глубиной 0,5 мм для настройки и проверки чувствительности дефектоскопа перед контролем отверстий разных диаметров (10 – 20 мм) в профиле разъема крыла самолета

загрузить выбранную настройку нажатием клавиши прямого выбора, расположенной правее наименования параметра «Загрузить настройку», или нажатием клавиши . По завершению загрузки настройки на экране дефектоскопа должно высвечиваться информационное окно с записью об успешном выполнении операции (рисунок 18), а затем дефектоскоп должен перейти в рабочий режим;

после загрузки настройки нажатием клавиши прямого выбора установить маркер на группу параметров «ОСНОВНЫЕ».

9.4. Присоединить к датчику ротор нужного диаметра и включить переключателем на корпусе датчика электрический двигатель вращения ротора (и ВТП).

9.5. Последовательно вставляя вращающийся ротор в отверстия соответствующего диаметра в бездефектном и дефектном РКО, и продвигая его по всей длине отверстий, оценить показания дефектоскопа. Они должны соответствовать сигналаграммам, представленным на рисунке 20.

9.5.1. При отсутствии дефекта в РКО сигнал дефектоскопа в полярной

системе координат (A,F) не должен выходить за пределы круга минимального радиуса, а на временной развертке $Y(t)$ – не выходить за пределы одной клетки по вертикали координатной сетки в сторону положительных и отрицательных значений (рисунок 20а).

9.5.2. Наличие дефекта в РКО должно вызывать в полярной системе координат (A,F) появление годографа, ориентированного вдоль вертикальной линии (оси Y координатной сетки) с размахом, не менее половины длины этой линии (рисунок 20б).

9.5.3. На временной развертке $Y(t)$ наличие дефекта должно вызывать появление сигнала, по форме близкого к одному периоду синусоиды с амплитудой не менее двух клеток по вертикали (рисунок 20б). Временное положение сигнала может быть любым. Оно зависит от взаимного положения плоскости, в которой находится дефект, и ориентации роторного датчика относительно этой плоскости.

9.6. Если показания дефектоскопа в бездефектном и дефектном местах РКО соответствуют требованиям, отмеченным в пункте 9.5, корректировку параметров предварительной настройки не проводить, а дефектоскоп считать готовым к выполнению вихретокового контроля отверстий в профилях разъемов.

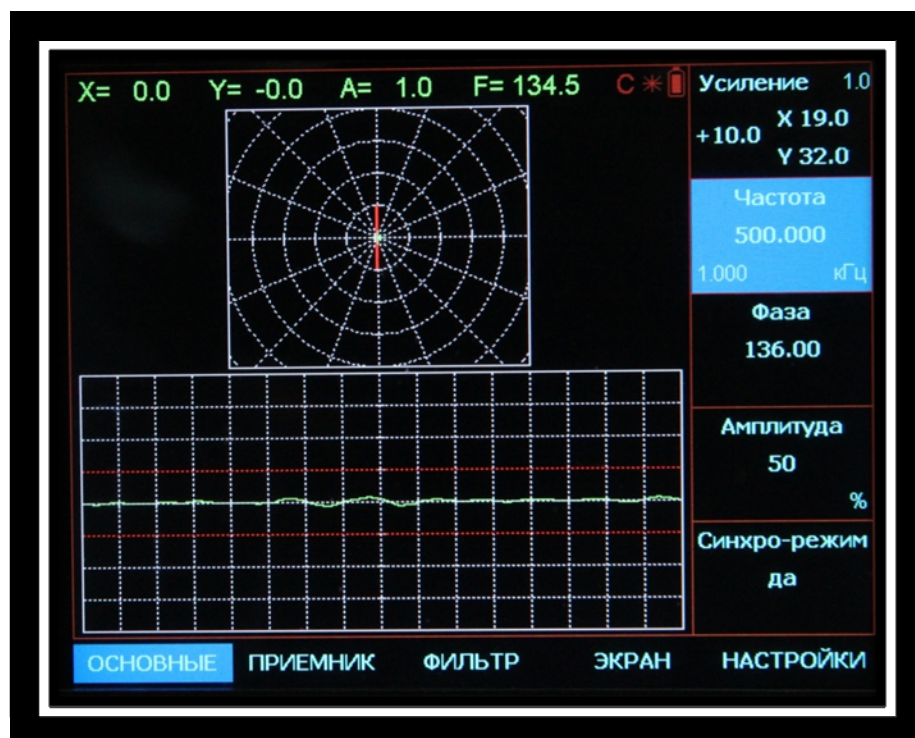
9.7. Изменение параметров предварительной настройки проводить в следующих случаях:

9.7.1. Годограф сигнала в полярной системе координат (A,F) ориентирован под углом к вертикальной линии (оси Y) сетки (см. рисунок 4а).

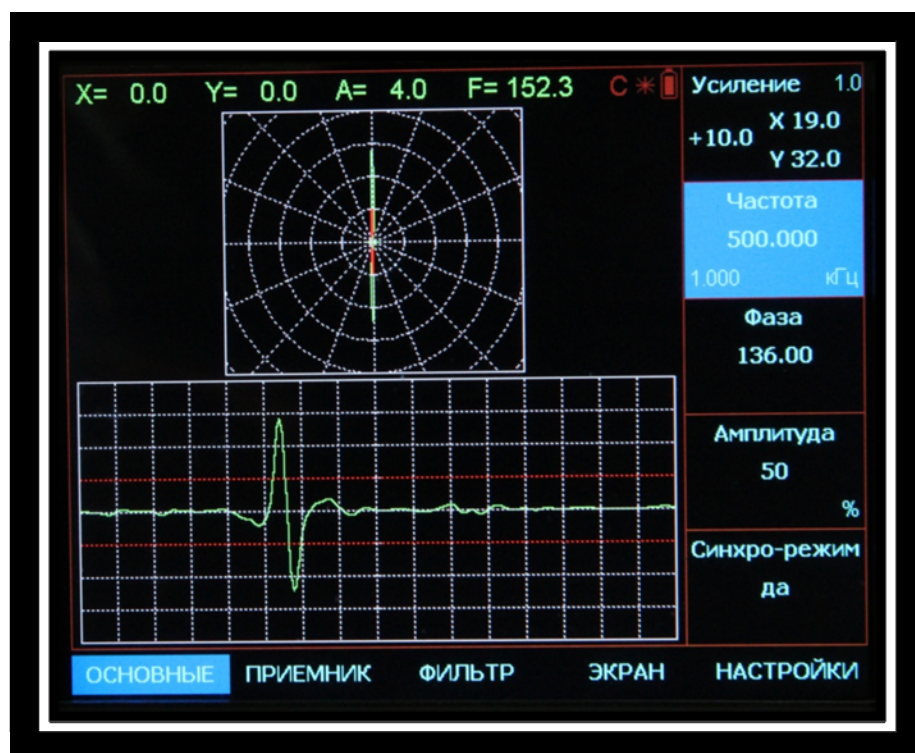
При наличии такого отклонения в показаниях нужно выбрать с помощью клавиш прямого или последовательного выбора группу параметров «ОСНОВНЫЕ», а в этой группе – параметр «Фаза». Изменяя клавишами  значение параметра «Фаза», добиться того, чтобы годограф был ориентирован вдоль вертикальной линии (оси Y).

9.7.2. Форма годографа сигнала в полярной системе координат существенно отличается от формы, показанной на рисунке 4а (годограф имеет, например, форму эллипса).

Данное отклонение в показаниях устраняется изменением значений параметров «НЧ Фильтр» и «ВЧ Фильтр» группы «ФИЛЬТР». Порядок изменения



а



б

Рисунок 20 – Показания дефектоскопа Вектор-60Д при отсутствии (а) и наличии (б) дефекта в отверстии РКО

этих параметров аналогичен описанному выше порядку изменения параметра «Фаза» в группе «ОСНОВНЫЕ».

9.7.3. Размах годографа в полярной системе координат менее половины длины вертикальной линии (отображаемого участка полуоси Y), а амплитуда сигнала на временной развертке в системе координат (Y,t) менее 2 клеток по вертикали (по оси Y).

Это отклонение устранять изменением параметра «Усиление Y » в группе «ПРИЕМНИК». Сигнал от надреза на РКО должен иметь на координатной плоскости (Y,t) амплитуду 2–3 клетки по оси Y .

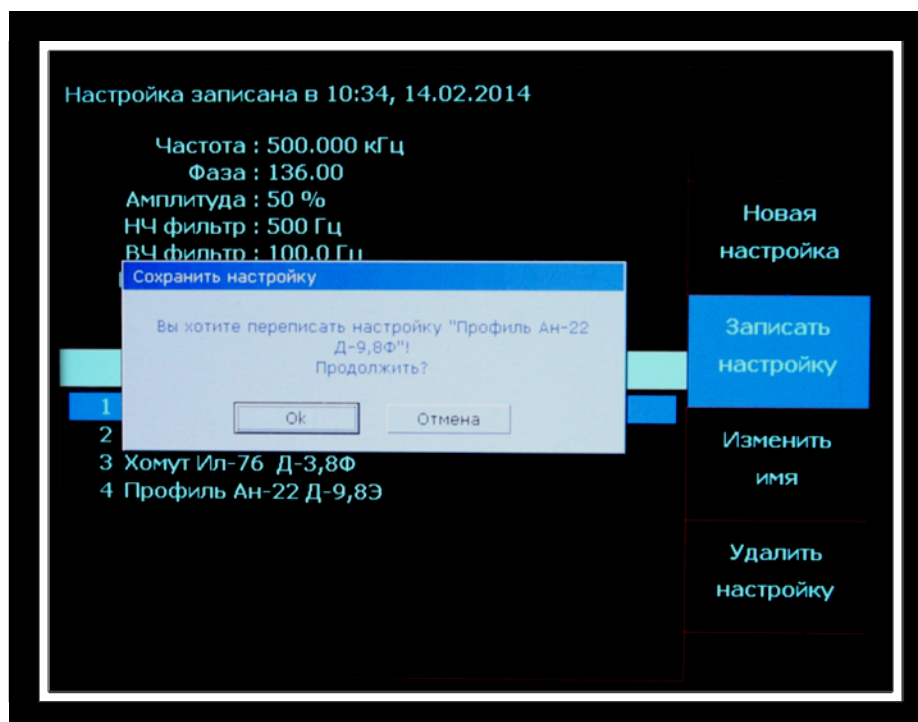
9.8. В том случае, если проводилась корректировка параметров настройки по РКО, она должна быть пересохранена в памяти дефектоскопа. Для этого нужно:

выбрать группу «НАСТРОЙКИ», а в этой группе параметр «Сохранить настройку» (см. рисунок 13б);

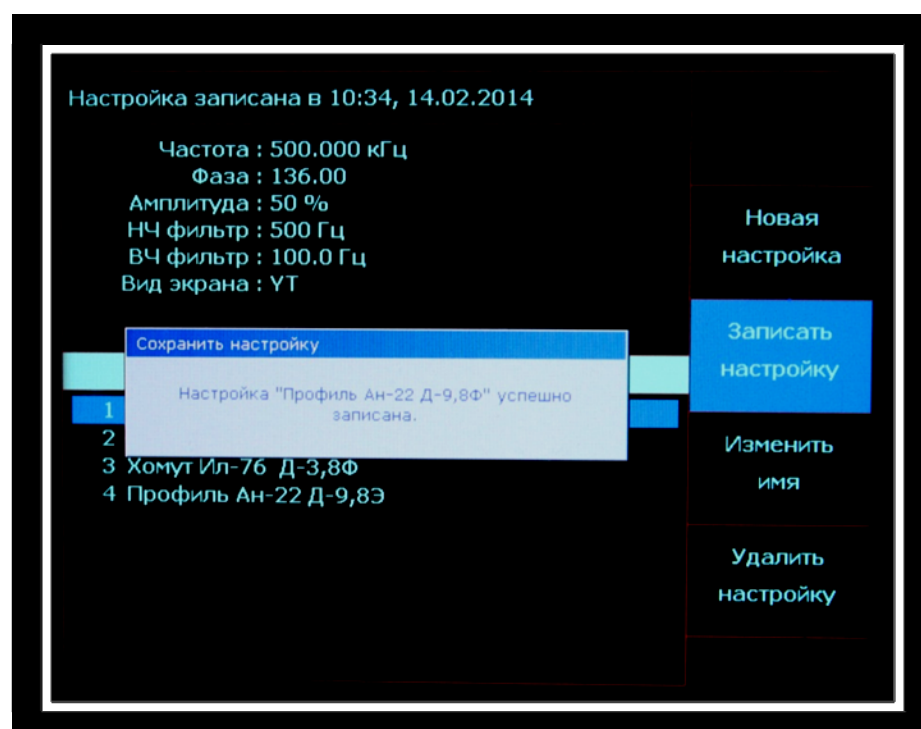
подтвердить выбор параметра «Сохранить настройку» нажатием клавиши . На экране дефектоскопа должен появиться список настроек, в котором маркер будет находиться на названии той настройки, с которой уточнялись параметры по РКО (см. рисунок 14а);

не меняя положения маркера в списке настроек, нажать на клавишу  прямого выбора параметра «Записать настройку». На экране прибора появится информационное окно с записью «Вы хотите переписать настройку «.....»? Продолжить?» (рисунок 21а). С помощью клавиши  установить маркер на кнопку «Ok» в информационном окне (рисунок 21а) и подтвердить её выбор нажатием клавиши . Настройка с измененными параметрами будет сохранена под прежним названием (рисунок 21б) и прибор перейдет в рабочий режим. Нажатием клавиши  прямого выбора установить маркер на группу параметров «ОСНОВНЫЕ».

9.9. Для проверки в профилях разъемов отверстий, отличающихся диаметром, могут использоваться как роторы разных диаметров дефектоскопа Вектор-60Д, так и роторные датчики и роторы других приборов. Учитывая, что дефектоскоп Вектор-60Д позволяет хранить в своей памяти до 99 настроек, то с целью сокращения времени проверок профилей и обеспечения высокой эффективности их контроля в память прибора следует заранее вводить настройки для всех планируемых к применению роторов (роторных датчиков).



а



б

Рисунок 21 – Экран дефектоскопа с информационными окнами:

а – при выборе параметра «Записать настройку» для ее перезаписи;

б – по завершении перезаписи настройки

10. ПОДГОТОВКА ОТВЕРСТИЙ ПРОФИЛЕЙ РАЗЪЕМОВ К ВИХРЕТОКОВОМУ КОНТРОЛЮ

10.1. Перед началом вихретокового контроля отверстий необходимо выполнить следующие подготовительные работы.

10.1.1. Демонтировать на каждой плоскости крыла болты из отверстий, стенки которых подлежат контролю.

10.1.2. Ветошью, закрепленной на деревянном стержне, очистить отверстия по всей глубине до полного удаления загрязнений;

10.1.3. Подключить эндоскоп к источнику питания и осмотреть стенки отверстий с целью оценки полноты удаления загрязнений и наличия остатков герметика, сколов, наволакивания металла, внедрившихся частиц, надиров, рисков.

10.1.4. При необходимости удалить остатки герметика, вывести риски, наволакивания, внедрившиеся частицы с помощью наждачного полотна, закрепленного на деревянном стержне.

10.1.5. Протереть отверстия ветошью, смоченной бензином (керосином или нефрасом).

10.1.6. Повторно оценить чистоту поверхности отверстий с помощью эндоскопа.

10.1.7. Если на поверхности стенок отверстий имеются грубые, не удаляемые наждачным полотном риски и надир, то выполнить очистку таких отверстий с помощью развертки, диаметр которой соответствует номинальному значению диаметра отверстия.

10.2. Подготовить к контролю дефектоскоп Вектор-60Д.

10.2.1. Подключить к дефектоскопу роторный датчик, а к датчику – сменный ротор диаметром 9,8 мм.

10.2.2. Если дефектоскоп был выключен, то включить его в соответствии с рекомендациями раздела 6.

10.2.3. Загрузить из памяти дефектоскопа настройку, соответствующую подключенному преобразователю. Данную операцию выполнить в порядке, аналогичном порядку, описанному в пункте 9.3.

10.2.4. Используя бездефектный и дефектный РКО, проверить показания прибора в отверстиях, соответствующем диаметру подключенного ротора. Они должны удовлетворять требованиям, указанным в пункте 9.5.

11. ПРОВЕДЕНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПРОФИЛЕЙ РАЗЪЕМОВ

11.1. Больше число отверстий (из 64 подлежащих вихретоковому контролю и расположенных на правой и левой консоли крыла) имеют диаметр 10 мм. Далее, в зависимости от их числа, следуют отверстия диаметром 12, 14 и 20 мм.

В связи с этим рекомендуется такая последовательность выполнения проверок:

проконтролировать с применением сменного ротора диаметром 9,8 мм все отверстия диаметром 10 мм первой (левой или правой) консоли крыла;

сменить ротор диаметром 9,8 на ротор диаметром 11,8 мм и проверить все отверстия диаметром 12 мм на первой консоли;

сменить ротор диаметром 11,8 на ротор диаметром 13,8 мм и проверить все отверстия диаметром 14 мм первой консоли;

сменить ротор диаметром 13,8 на ротор диаметром 19,8 мм и проверить все отверстия диаметром 20 мм первой консоли.

В такой же последовательности выполнить контроль отверстий на другой (правой или левой) консоли крыла.

11.2. Контроль каждого из отверстий проводить следующим образом:

11.2.1. Выключателем на роторном датчике включить двигатель вращения сменного ротора.

11.2.2. Медленно и осторожно ввести сменный ротор в отверстие профиля, не допуская его затормаживания и заклинивания. Для этого при вводе ротора в отверстие он должен удерживаться в положении, при котором его ось примерно совпадает с осью отверстия.

11.2.3. Проверку стенки каждого из отверстий осуществлять путем медленного, со скоростью 10...20 мм/сек, перемещения сменного ротора вдоль оси этого отверстия, наблюдая одновременно за изменением картины на экране дефектоскопа. Глубина «погружения» сменного ротора в отверстие должна быть такой, чтобы его чувствительный элемент (ВТП) полностью проходил проверяемую зону (профиль стыковки от начала до конца). Каждое из отверстий проверять не менее трех раз. Показания дефектоскопа регистрировать как при «погружении» ротора в отверстие, так и при его выводе из отверстия. Основное внимание оператора должно быть сосредоточено на анализе временной развертки сигнала $Y(t)$.

11.2.4. Если при перемещении ротора в отверстии на временной развертке наблюдаются только сигналы с амплитудой не более одной вертикальной клетки по экрану дефектоскопа (см. например, рисунок 20а), то это свидетельствует об отсутствии трещин и других дефектов сплошности материала в пределах стенки контролируемого отверстия. В этом случае следует вывести вращающийся сменный ротор из отверстия и выключить двигатель роторного датчика.

11.2.5. Если при контроле какого-либо из отверстий на временной развертке будут регистрироваться сигналы с амплитудой более одной вертикальной клетки по экрану дефектоскопа (см. рисунки 20б), то необходимо выполнить их анализ и расшифровку, как указано далее.

12. АНАЛИЗ И РАСШИФРОВКА ИНДИКАТОРНЫХ КАРТИН НА ЭКРАНЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФЕКТОСКОПА

12.1. Прежде чем начинать анализировать картину сигналов, посылаемых ВТП, нужно установить, что они идут из зоны контроля, которая в рассматриваемом случае контроля стыковочных профилей крыла самолета Ан-22 может иметь длину от 25 до 52 мм.

Поэтому, при появлении на экране дефектоскопа сигналов, поступать следующим образом.

С помощью крючка, изготовленного, например из распрямленной проволоки, определить расстояние *в данном отверстии* до соединения поверхностей двух- или трехслойной конструкции на стыке частей крыла.

Нанести стеклографом отметки на применяемом роторе, соответствующие длине данной зоны контроля. За начало отсчета на роторе брать край ВТП, который ближе к торцу ротора.

Ввести вращающийся ротор в контролируемое отверстие и перемещать его в пределах зоны контроля (между отметками на роторе).

Сделать на роторе отметку глубины его погружения, на которой в ВТП образуется сигнал. Извлечь ротор из отверстия.

Ввести на эту глубину оптическую головку эндоскопа и осмотреть поверхность. После этого приступить к расшифровке картины на экране.

12.2. Возможны следующие основные варианты отображений сигналов ВТП роторных датчиков на временной развертке динамического дефектоскопа.

12.2.1. *До ввода вращающегося ротора в отверстие* картина на экране прибора (временная развертка), если используется качественно изготовленный ротор, представляет собой, как правило, прямую линию (рисунок 22, поз.1). Если используется некачественно изготовленный ротор, то при его вращении вне отверстия на экране может наблюдаться стабильная во времени волнообразная линия временной развертки (рисунок 22, поз.2). Эти колебания являются собственными шумами датчика.

12.2.2. *При вращении ротора в отверстии без трещин* и контроле в заданном выше режиме (см. раздел 9) индикаторная картина на экране может быть разной и отражать наличие шумов (помех), обусловленных качеством ротора, овализацией контролируемого отверстия, наличием на его поверхности вмятин, забоин, глубоких рисок, наволакивания металла, внедрившихся частиц, а также неоднородных электромагнитных свойств материала внутри отверстия. Если используется качественно изготовленный ротор, то индикаторная картина (временная развертка) для «чистого» отверстия представляет собой практически прямую или слегка волнистую линию – рисунок 20а и рисунок 23, поз.1. При использовании некачественно изготовленного ротора может наблюдаться волнистая линия развертки луча, на которую наложены шумы, идущие из отверстия. Их может вызывать шероховатость поверхности, неоднородность структуры – рисунок 23, поз.2. При рекомендуемом режиме работы дефектоскопа эти помехи, как правило, находятся в пределах плюс-минус одной вертикальной клетки экрана. А по характеру, то есть качественно, колебания графика на экране, вызванные названными причинами, существенно отличаются от импульса, обусловленного трещиной.

12.2.3. При наличии сигнала трещины в совокупном сигнале преобразователя формируется достаточно четкий биполярный импульс (рисунок 24), на который могут накладываться шумы (помехи). Амплитуда и длительность этого импульса зависят как от размеров трещины, так и от положения преобразователя относительно нее. Если исходная линия временной развертки практически прямая, то импульс от трещины очень четко заметен (рисунок 24). При длине трещины 1 мм, являющейся порогом выявления при рекомендованном режиме работы, амплитуда верхней части импульса составляет примерно две вертикальных клетки или 40 % высоты экрана (рисунок 24, поз. 1).

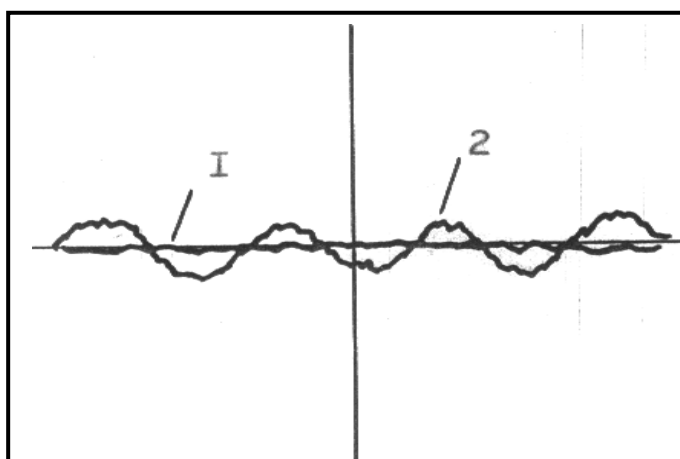


Рисунок 22 – Формы линии временной развертки при вращающемся роторе вне отверстия: 1 – прямая; 2 – волнообразная (оба изображения неизменны во времени)

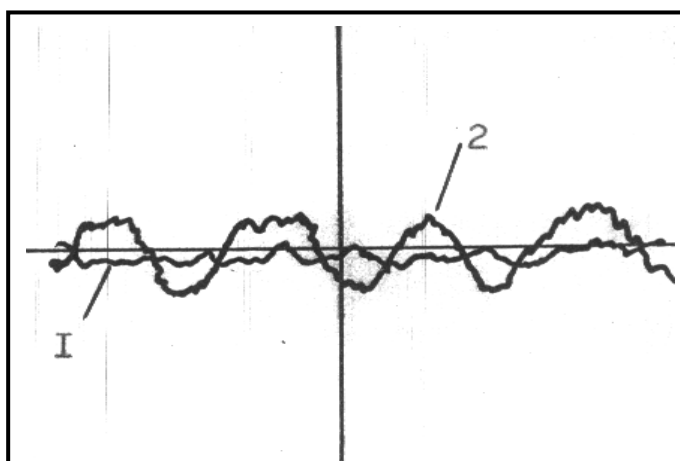


Рисунок 23 – Картина шумов (вид временной развертки) при вращении ротора в отверстии без трещин: 1 – низкий уровень шумов; 2 – более высокий уровень шумов (оба изображения изменяются при продвижении ротора в пределах зоны контроля)

При большей длине трещины в ее начале возникает импульс небольшой амплитуды (~10 – 20 %). По мере продвижения ВТП датчика к середине трещины амплитуда импульса увеличивается (рисунок 24, поз.2), а к концу снижается – до исчезновения импульса.

12.2.4. Если при контроле отверстия на экране наблюдаются относительно сильные шумы, то это приводит к искажениям импульса от трещины. Однако и в этих случаях он практически сохраняет свои характерные черты и остается достаточно заметным (рисунок 25). При многократном смещении датчика вдоль оси отверстия максимум биполярного импульса наблюдается в одном и том же положении датчика относительно отверстия, когда преобразователь ротора вращается в том месте трещины, для которого вносимые ею искажения вихревых токов наибольшие, например, в середине трещины.

12.2.5. Временное положение импульса от трещины, идущей по образующей цилиндрической поверхности, если не поворачивать рукой роторный датчик, неизменно – он не смещается по горизонтальной оси времени (вдоль линии развертки) – рисунок 24.

Если трещина изогнута, то при вхождении ВТП туда, где она отклоняется (отодвигается), наблюдается сдвиг импульса вдоль развертки – рисунок 26.

12.2.6. Появление на экране двух биполярных импульсов *в одинаковой фазе*, отстоящих друг от друга примерно на расстоянии половины длины линии развертки луча (рисунок 27), указывает на то, что в контролируемом отверстии есть две трещины, причем расположены они примерно диаметрально противоположно. Если две трещины расположены примерно на одном расстоянии от начала зоны контроля, то оба импульса будут возникать одновременно. Если трещины по-разному удалены от начала зоны контроля, импульсы будут возникать на "своих" местах не одновременно.

12.2.7. Наблюдение на экране индикаторных изображений, приведенных на рисунках 20б, 24, 25, 26 и 27, является основным признаком наличия трещины в контролируемом отверстии.

Одним из дополнительных критериев является динамика изменения импульса по мере смещения датчика вдоль отверстия – как отмечено выше, амплитуда импульса изменяется от одной вертикальной клетки (начало трещины), достигает максимума (середина симметричной трещины), затем уменьшается, достигая одной вертикальной клетки (конец трещины). После прохождения трещины характерный импульс исчезает.

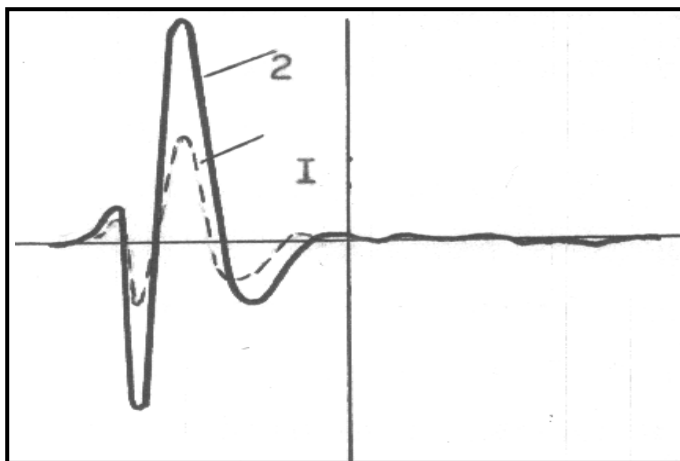


Рисунок 24 – Изображение импульсов на экране от трещин в случае практически прямой линии развертки: 1 – ВТП над серединой трещины длиной 2...3 мм или над концом длинной трещины; 2 - преобразователь над средней частью длинной трещины

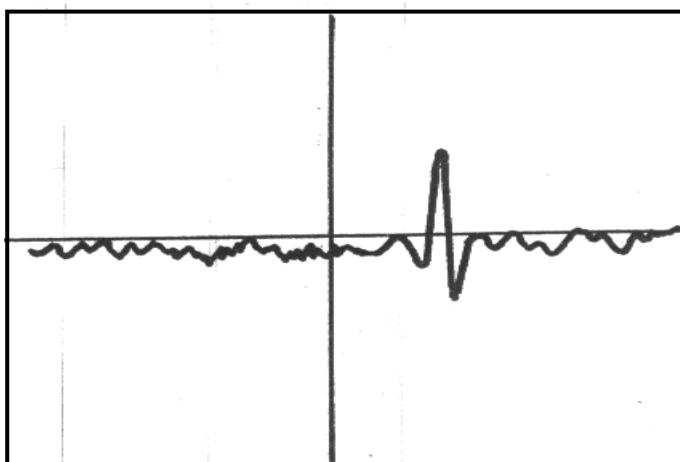


Рисунок 25 – Изображение импульсов на экране при наличии трещины длиной 1..2 мм для «шумящего» преобразователя или «шумящего» отверстия

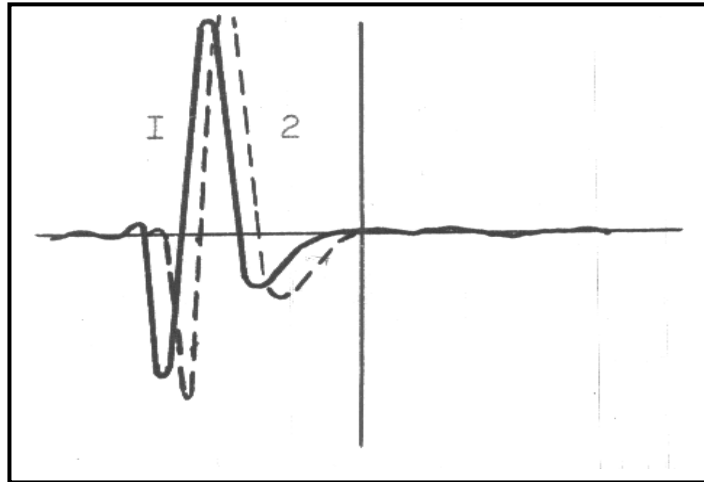


Рисунок 26 – Изменение картины на экране при контроле длинной трещины с изгибом: 1 - преобразователь в области начальной части трещины; 2 – преобразователь над «отодвинутой» частью трещины

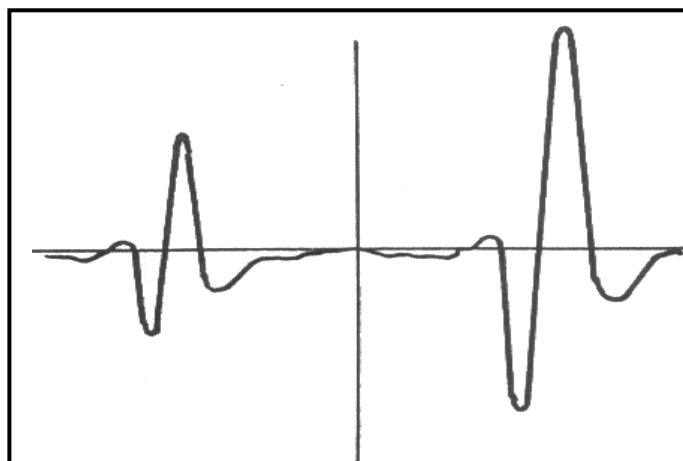


Рисунок 27 – Импульсы на экране при наличии в отверстии двух диаметрально противоположно расположенных трещин разных размеров

12.2.8. При контроле некоторых отверстий могут наблюдаться специфические сигналы помех – очень узкие импульсы (один или больше), четко отстоящие друг от друга (рисунок 28). Ширина их значительно меньше ширины импульса от трещины, а амплитуда может быть большой. Иногда такой импульс (импульсы) помехи может смещаться вдоль линии развертки. При этом сам факт смещения и его скорость являются случайными. Такого вида сигналы не являются основанием для браковки. Они обусловлены, как правило, наличием внедрившихся в поверхность отверстия металлических частиц, прилипшей на поверхности или попавшей в зазор на стыке деталей металлической стружки. После дополнительной механической очистки наждачным полотном поверхности отверстий причина может быть устранена, и такие импульсы исчезнут. Но проводить очистку поверхности не обязательно, поскольку эти импульсы помех четко различаются с импульсами от трещин.

12.2.9. Для определения положения трещины на поверхности отверстия относительно какой-либо характерной плоскости, проходящей через ось отверстия (угловая координата) следует разворачивать датчик вокруг оси ротора до момента совпадения импульса с центром развертки. В этом случае специальная отметка на корпусе роторного датчика обращена в сторону трещины. Определить и нанести *ориентир на корпусе* датчика можно по дефектному РКО, поворотом датчика «разместив» импульс от надреза в РКО в центр развертки на экране.

12.2.10. Начало, конец и длину трещины можно приблизительно установить по смещению ротора вдоль отверстия от момента появления сигнала трещины до момента его исчезновения. С этой целью ввести датчик в отверстие с обнаруженной трещиной до конца зоны контроля. Затем медленно возвращать его назад. При появлении на экране характерного для трещины сигнала амплитудой в одну вертикальную клетку остановить датчик, поднести к вращающемуся ротору заточенный цветной карандаш (красный, синий) или стеклограф и нанести окружность, соответствующую концу трещины. Затем продолжить движение датчика к началу зоны контроля до уровня, на котором сигнал от трещины, перейдя через максимум амплитуды, вновь станет равным одной вертикальной клетке по экрану дефектоскопа.

Нанести карандашом или стеклографом на роторе вторую окружность, соответствующую началу трещины. Вывести датчик из отверстия, выключить микродвигатель. Расстояние между двумя нанесенными окружностями на сменном

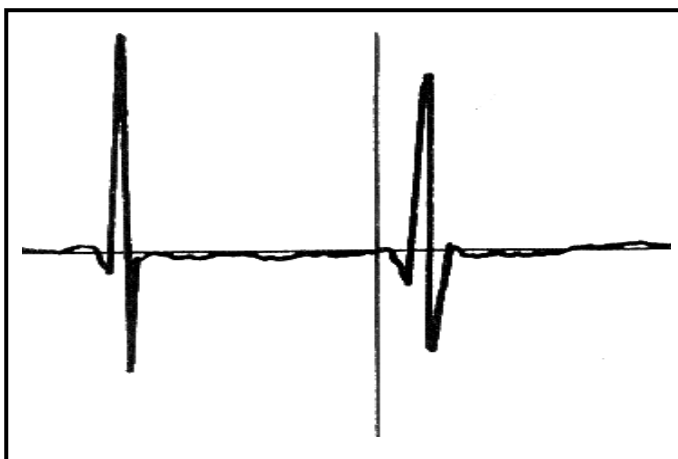


Рисунок 28 – Картина на экране при наличии в отверстии двух «посторонних» предметов (например, стружки). Импульсы очень короткие и могут смещаться в результате перемещения стружки

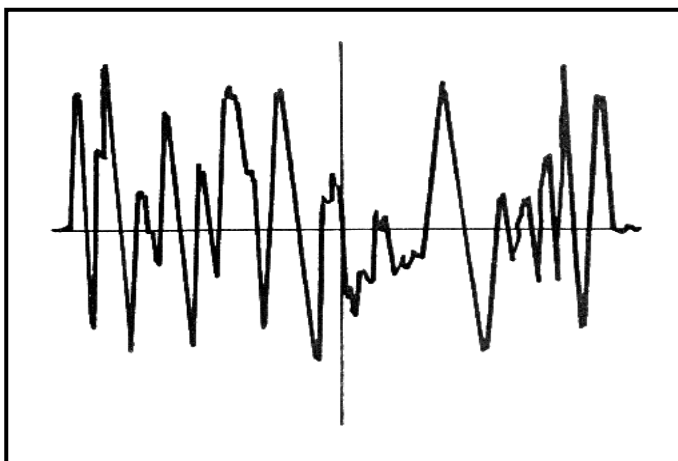


Рисунок 29 – Картина шумов при выходе преобразователя из зоны контроля в области влияния стальной (магнитной) детали

роторе и будет приближенно равно длине трещины, идущей вдоль образующей отверстия, или длине проекции изогнутой трещины на образующую. Фактическая длина трещины примерно на 0,5...1,0 мм больше измеренной.

12.2.11. Таким образом, критерием наличия трещины в отверстиях является совокупность следующих фактов:

наличие на линии временной развертки специфического биполярного импульса с максимальной амплитудой не менее двух вертикальных клеток по экрану дефектоскопа;

при повороте датчика вокруг оси ротора при одном и том же уровне погружения его в отверстие в области трещины биполярный импульс без изменения его размеров и формы смещается вдоль оси времени t ;

измеренное расстояние между началом и концом формирования специфического биполярного импульса составляет не менее 1 мм;

положение дефекта в отверстии соответствует той образующей цилиндрической поверхности, которая располагается в плоскости, примерно параллельной оси фюзеляжа.

12.3. При наличии значительных повреждений поверхности или конструктивных особенностей отверстий на экране будут возникать сигналы, которые могут быть похожими на импульсы от трещины, или резко отличаться от них, имея хаотический вид. Некоторые типичные примеры таких сигналов приведены ниже.

12.3.1. Если отверстие находится в пакете, состоящем из нескольких металлических слоев (например, из таких: панель, нижний профиль разъема крыла, лапка стрингера), то прохождение ВТП в сменном роторе через стык двух слоев из неферромагнитного материала индикаторную картину не меняет (если стык не наклонный). Однако если в пакете имеется стальная усиливающая накладка, то приближение ВТП к ней приводит к резкому возрастанию числа и амплитуды хаотичных импульсов-шумов на экране – рисунок 29. Проверка отверстия в магнитной части соединения при той же настройке, которая используется для контроля алюминиевых и других немагнитных слоев, невозможна.

12.3.2. В отверстиях могут встретиться прямые или косые засверловки или глубокие подрезы на краю. Их положение возможно как у наружной поверхности конструкции, так и у поверхности стыка многослойного соединения.

При движении ротора по такой поверхности в месте выемки металла

происходит схождение ВТП с металла в воздух через край, например в точке 1 (рисунок 30), а затем вход ВТП на металл в точке 2. При этом наблюдается два близко расположенных биполярных импульса *в противофазе*. Каждый из них похож на импульс от трещины. Расстояние между ними зависит от ширины за-сверловки. Если она косая, то при перемещении в сторону сужения оба импульса сближаются.

12.3.3. Если контролируемое отверстие «прошито» другим отверстием, происходят те же явления, что и в предыдущем случае, а на экране изображаются тоже два раздвинутых биполярных импульса также *в противофазе* (рисунок 31). При осевом перемещении ВТП оба импульса сходятся или расходятся.

12.3.4. При наличии на стыке пластически отесненного металла и наволакивания металла на стенках наблюдается множество неупорядоченных часто меняющихся импульсов (рисунок 32). Близкая картина импульсов создается зубчатым вырывом края отверстия, который возможен и на стыке двух слоев (рисунок 33).

12.3.5. Овализованные отверстия приводят к появлению на экране волны на всю длину временной развертки (рисунок 34, поз. 1).

12.4. Во всех случаях появления на экране дефектоскопа импульсов амплитудой более одной вертикальной клетки следует поворотом датчика и отметками протяженности вдоль ротора (как описано выше) определить приблизительно место (угловую координату) и протяженность места на поверхности отверстия, откуда идут сигналы.

Затем осмотреть это место эндоскопом. Обнаружив повреждения на поверхности, по возможности их зачистить, снова осмотреть, выполнить повторный контроль дефектоскопом и провести расшифровку показаний и принятие решения с учетом критериев наличия трещины, изложенных выше.

Звуковая и световая сигнализация играет вспомогательную роль – при расшифровке результатов контроля ее не используют. Она может быть необходима только при затруднениях в постоянном наблюдении за экраном дефектоскопа (например, если проверяются отверстия в районе откидных панелей).

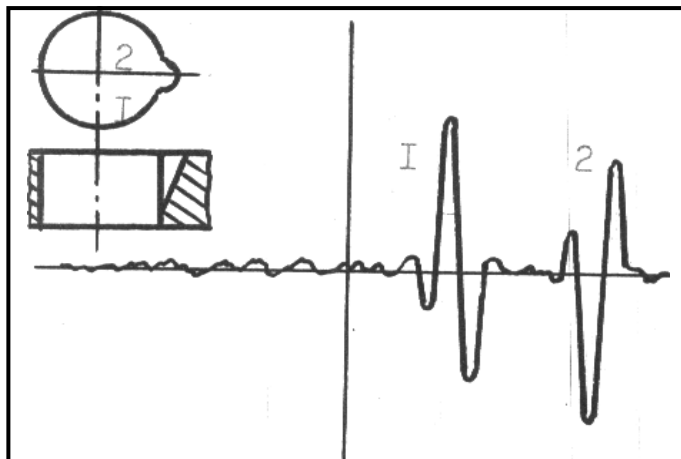


Рисунок 30 – Картина на экране, вызванная засверловкой или подрезом протяженностью по окружности примерно 20 % ее длины

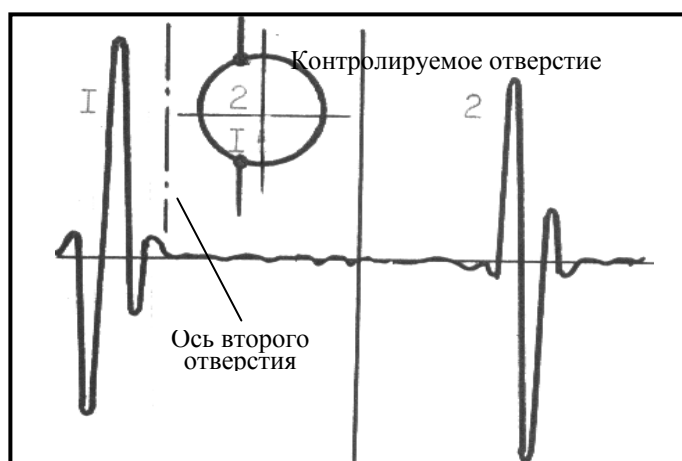


Рисунок 31 – Картина импульсов на экране, обусловленных наличием в контролируемом отверстии «части» второго отверстия, пересекающего контролируемое

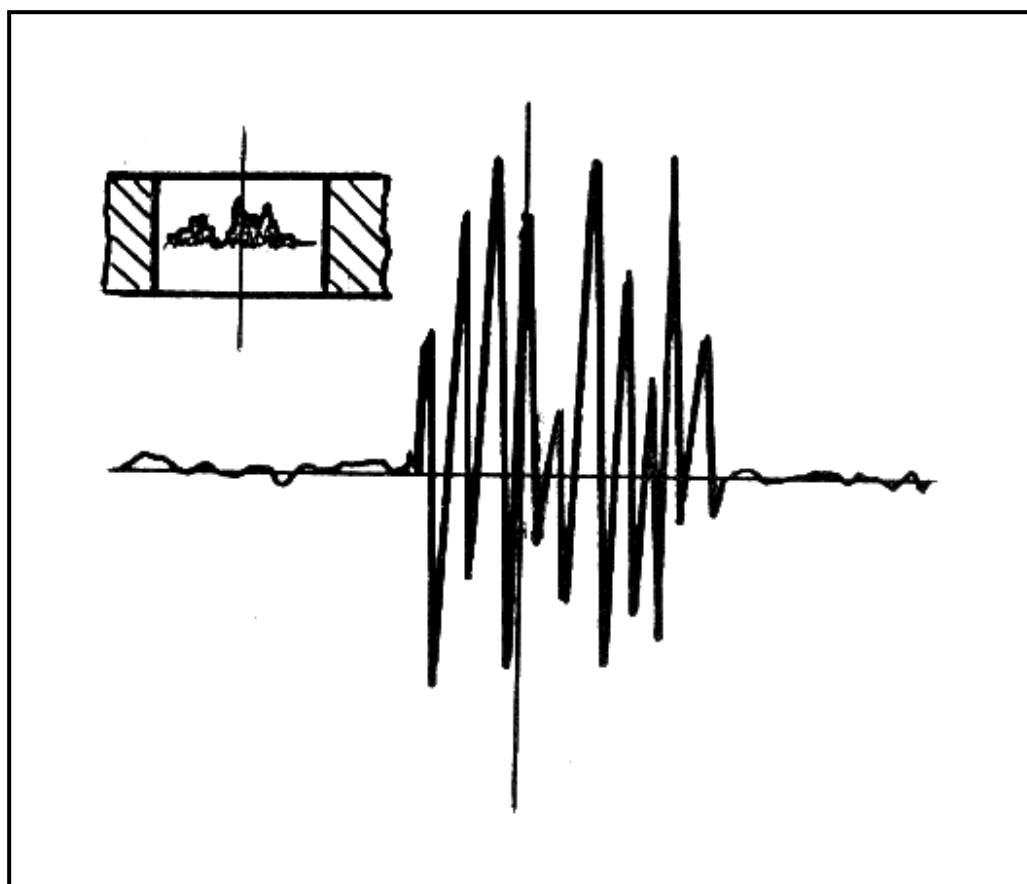


Рисунок 32 – Картина на экране при наличии в контролируемом отверстии пластически отесненного материала на стыке двух слоев или наволакивания материала вдали от стыка. Протяженность дефекта примерно 30 % длины окружности

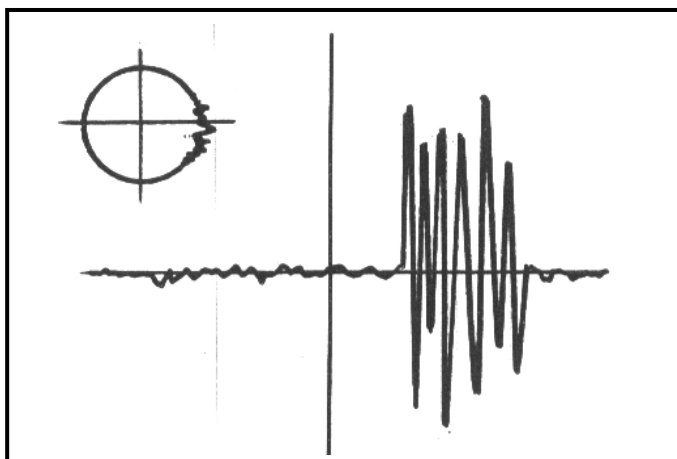


Рисунок 33 – Сигнал от зубчатого вырыва края отверстия длиной 5 мм, глубиной 2 мм

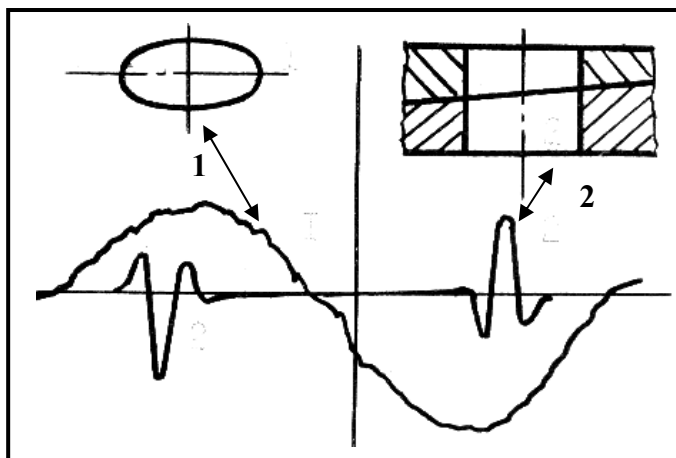


Рисунок 34 – Сигналы от овализованного отверстия (1) и от косого стыка (2)

13. СОХРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ В ПАМЯТИ ДЕФЕКТΟΣКОПА ВЕКТОР-60Д

13.1. Дефектоскоп Вектор-60Д позволяет в целях дальнейшего документирования сохранять в своей оперативной памяти результаты контроля.

13.2. Сохранение результата контроля в памяти дефектоскопа Вектор-60Д выполнять в следующем порядке:

13.2.1. Ввести вращающийся ротор в отверстие детали с дефектом и получить максимальный сигнал от трещины.

13.2.2. Удерживая роторный датчик в положении, обеспечивающем получение на экране дефектоскопа максимального сигнала от трещины, нажать клавишу . Изображение сигнала на экране должно «заморозиться» (зафиксироваться в неизменном состоянии), а в средней части экрана должно появиться информационное окно с надписью «Сохранить результат в папку. Папка # 1» и с предлагаемым наименованием сохраняемого результата (рисунок 35). Как правило, программой предлагается запоминать результат назвать именем настройки, на которой проводился контроль, или именем последнего сохраненного результата. Однако целесообразно результатам присваивать наименование, состоящее из названия объекта контроля, серийного номера самолета, на котором был установлен этот объект контроля, номера нервюры и номера отверстия по схеме из документа, которым был введен контроль данного объекта. Например, «Профиль Ан-22 0202 НК4 лев отв 8». Наименование результата в нижней части информационного окна записывать, смещая маркер в этом окне клавишами  и выбирая клавишами  и  в списке с правой стороны экрана нужные буквы, цифры, символы и операции, а также подтверждая выбор каждого знака нажатием клавиши .

13.2.3. Записав в информационном окне наименование сохраняемого результата, повторно нажать клавишу . На экране дефектоскопа появится информационное окно с сообщением об успешном сохранении результата (рисунок 36), а затем дефектоскоп перейдет в рабочий режим.



Рисунок 35 – Вид экрана дефектоскопа Вектор-60Д при нажатии клавиши  запоминания (сохранения) результата контроля

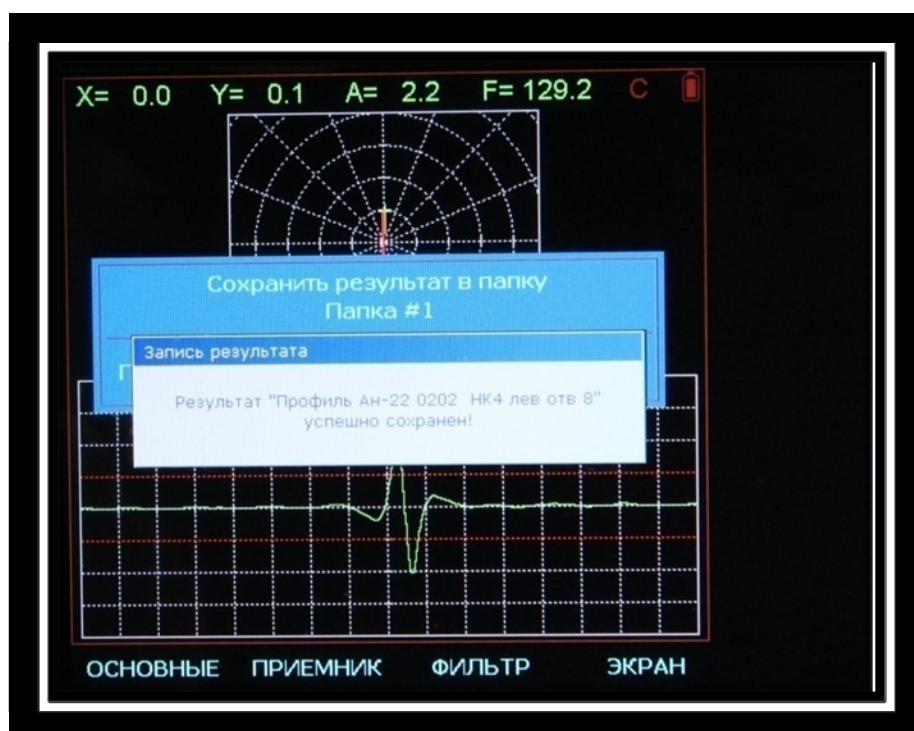


Рисунок 36 – Экран дефектоскопа с информационным окном и сообщением об успешном сохранении результата

13.2.4. Убедиться в том, что результат сохранен, для чего нажать клавишу MEM. На экран дефектоскопа будет выведен список хранящихся в памяти результатов. Маркер в списке результатов будет находиться на наименовании только что записанного результата, а над списком будут отображаться сохраненные показания (сигналограммы) дефектоскопа (рисунок 37).



Рисунок 37 – Список сохраненных в памяти дефектоскопа результатов и сигналограмма (в верхней части экрана) результата, отмеченного маркером

14. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ОТВЕРСТИЙ

14.1. При обнаружении трещин в отверстиях профилей разъемов крыла самолета, результаты вихретоковой проверки должны быть оформлены в виде карты контроля. Такая карта может отрабатываться в произвольной форме, но в ней в обязательном порядке должна содержаться следующая информация:

серийный номер самолета и его наработка в часах и посадках;

номер (номера) отверстия (отверстий) согласно схеме бюллетеня и отметка о том, на какой консоли крыла (левой или правой) имеются дефекты в отверстиях;

эскиз участка крыла с указанием протяженности (длины) трещины по образующей отверстия и ориентация плоскости ее распространения относительно оси самолета (или плоскости ближайшей нервюры).

14.2. В случае выполнения вихретоковой проверки профилей дефектоскопом типа Вектор-60Д к карте контроля следует прикладывать распечатку Протокола с сохраненным в памяти прибора результатом.

15. РАСПЕЧАТКА ПРОТОКОЛА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ, ХРАНЯЩИХСЯ В ПАМЯТИ ДЕФЕКТОСКОПА ВЕКТОР-60Д, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

15.1. Распечатку протоколов результатов контроля, хранящихся в памяти дефектоскопа Вектор-60Д, выполнять с использованием программы «Test Logger» (содержится на диске с программным обеспечением, входящем в комплект прибора). Данная программа ориентирована на работу с ПК с операционной системой «Windows 2007»

15.2 До начала работы в программе «Test Logger» необходимо:

15.2.1 Установить на ПК с поставляемого вместе с прибором программного диска программу «Test Logger».

15.2.2 Выключенный дефектоскоп Вектор-60Д соединить кабелем, входящим в комплект поставки, с ПК (разъем «Ethernet» в верхней части прибора -60Д соединить с таким же разъемом на ПК).

15.2.3 На включенном ПК выбрать папку «Мой компьютер», а в ней папку «Сетевое окружение». В папке «Сетевое окружение» открыть файл «Свойства» и установить (задать с помощью клавиатуры) IP адрес, на единицу отличающийся от сетевого IP адреса используемого дефектоскопа (см. группу парамет-

ров «Установки», а в ней параметр IP адрес сети).

15.3 Запустить на ПК программу «Test Logger». На экране ПК должно появиться рабочее окно программы, вид которого показан на рисунке 38.

15.4. Включить дефектоскоп Вектор-60Д и сделать выдержку 30...40 секунд.

15.5. Убедиться, что в рабочем окне программы «Test Logger» на экране ПК правее надписи «Прибор» стоит название Вектор-60Д. Если там указан другой тип дефектоскопа, то установив указатель мыши на клавишу ▼ в правой стороне рамки с названием прибора, щелчками ЛКМ добиться появления в окне нужного названия прибора.

15.6 Проверить, что в рабочем окне программы «Test Logger» на экране ПК в левом углу правильно указан IP адрес подключенного прибора Вектор-60Д. Он должен точно соответствовать установленному IP адресу сети в группе параметров «Установки» подключенного к ПК прибора Вектор-60Д (см. таблицу 3). Если указанный в рабочем окне программы «Test Logger» IP адрес отличается от IP адреса подключенного прибора, то используя клавиатуру ПК задать нужный IP адрес.

15.7 Переписать из памяти дефектоскопа Вектор-60Д все имеющиеся в ней настройки и результаты в программу «Test Logger». Для этого левой клавишей мыши щелкнуть на знаке ► справа после надписи «Загрузить данные» в меню рабочего окна программы (рисунок 38). Для остановки, при необходимости, перезаписи (чтения из памяти прибора) настроек и результатов нужно щелкнуть ЛКМ на знаке Ø, расположенном правее надписи «Загрузить данные» и знака ► в рабочем окне программы.

15.8. По окончании перезаписи настроек и результатов в рабочее окно программы «Test Logger», в левом столбце окна должны появиться (рисунок 39):
название прибора и версия его программного обеспечения;
список содержащихся в памяти прибора настроек;
список содержащихся в памяти прибора папок с результатами контроля.

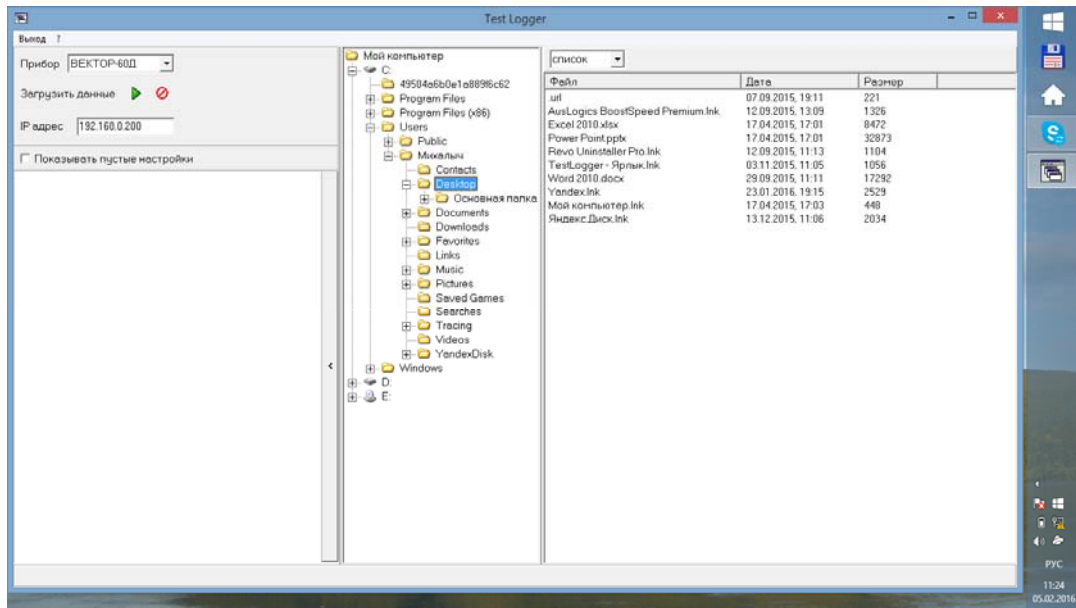


Рис. 38. Вид рабочего окна программы ««Test Logger » после её запуска

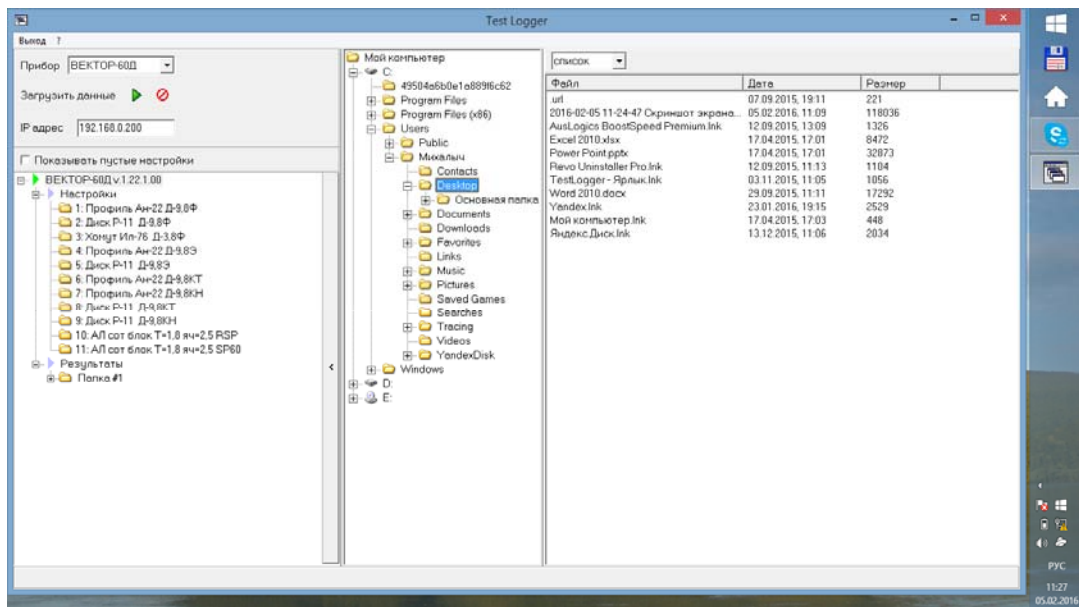


Рис. 39. Вид рабочего окна программы «Test Logger » по завершении перезаписи настроек и результатов из памяти дефектоскопа

***Примечание.** На рис. 39 показано рабочее окно после передачи из прибора в компьютер одиннадцати настроек и одной папки с результатами контроля.*

15.9. Открыть нужную папку «Результатов». Для этого следует щелкнуть ЛКМ на знаке +, расположенном левее папки с нужным номером. Так как в рассматриваемом случае (рисунок 39) результаты хранились только в одной папке, то щелкнуть ЛКМ нужно на знаке + левее названия папки. Ниже названия «Папка #1» должен появиться список содержащихся в ней результатов (рисунок 40).

15.10. Выбрать и открыть для просмотра нужный результат в списке результатов. Для этого сначала щелкнуть ЛКМ на названии результата, а затем щелчком ПКМ на выделенном названии открыть вспомогательное подменю с командами «Открыть», «Сохранить» и т.д. (рисунок 41). Вторым щелчком ЛКМ на команде «Открыть» в подменю вывести выбранный результат на экран ПК для просмотра (рисунок 42).

15.11 Если нужно распечатать результат, то после открытия окна «Просмотр данных» (рисунок 42) следует щелчком ЛКМ на значке принтера в верхней строке меню окна «Просмотр данных» открыть дополнительное окно «Печать», и, задав в этом окне параметры печати, отправить результат на печать. Вид распечатанного результата показан на рисунке 43. В этом документе содержатся:

- наименование объекта контроля;
- дата и время проведения контроля;
- основные параметры настройки дефектоскопа;
- сигналограммы, полученные в ходе проверки объекта контроля.

15.12 Если необходимо сохранить результат в памяти персонального компьютера, то для этого следует:

- щелчком ЛКМ на команде «Заккрыть» (х) в меню окна «Просмотр данных» (см. рисунок 42) закрыть это окно;

- выбрать в окне программы «Test Logger » нужный результат и вызвать вспомогательное окно (см. пункт 15.10 и рисунок 41);

- щелчком ЛКМ на команде «Сохранить» (см. рисунок 42) открыть вспомогательное окно «Сохранить файл» (рисунок 44);

- в дополнительном окне «Сохранить файл» выбрать место (например, «Рабочий стол», «Мои документы» и т.д.), где в ПК планируется хранить результат, и, при необходимости, присвоить результату новое имя или оставить старое (на рисунке 44 – это «Профиль Ан-22 0307 НК4 лев отв 9»). В общем случае,

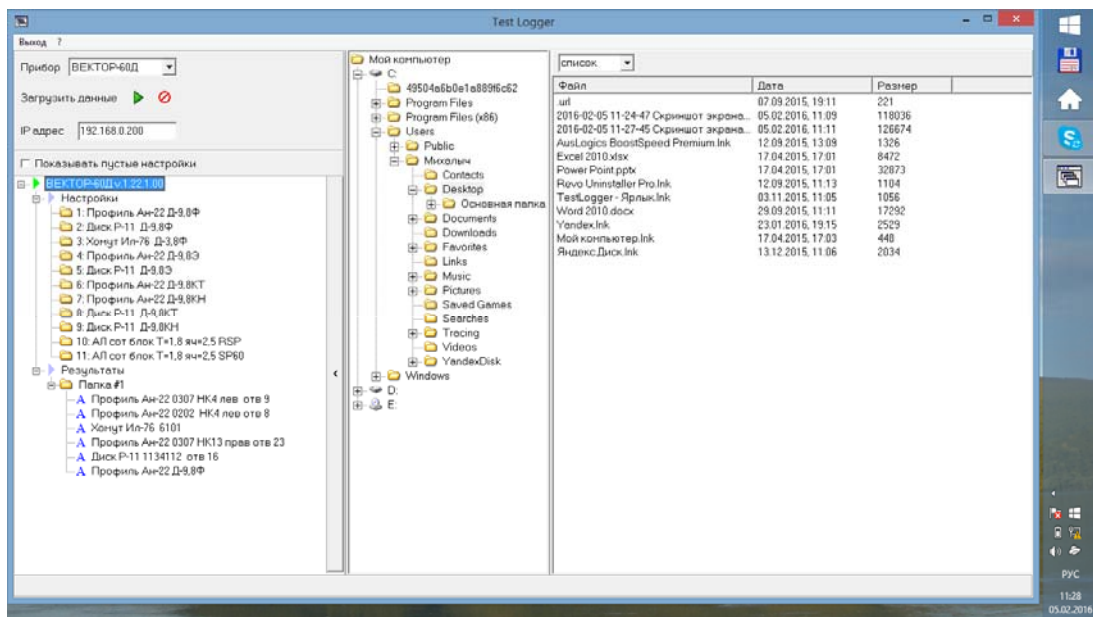


Рисунок 40 – Вид рабочего окна программы «Test Logger» после открытия папки с результатами контроля

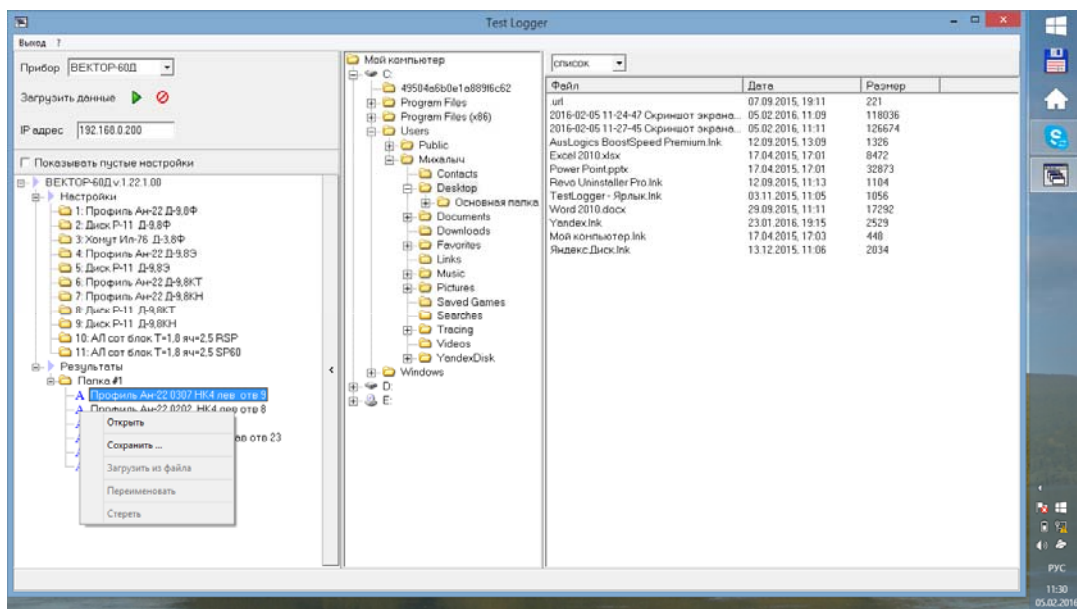


Рисунок 41 – Вид рабочего окна программы «Test Logger» с выделенным результатом и вспомогательным подменю

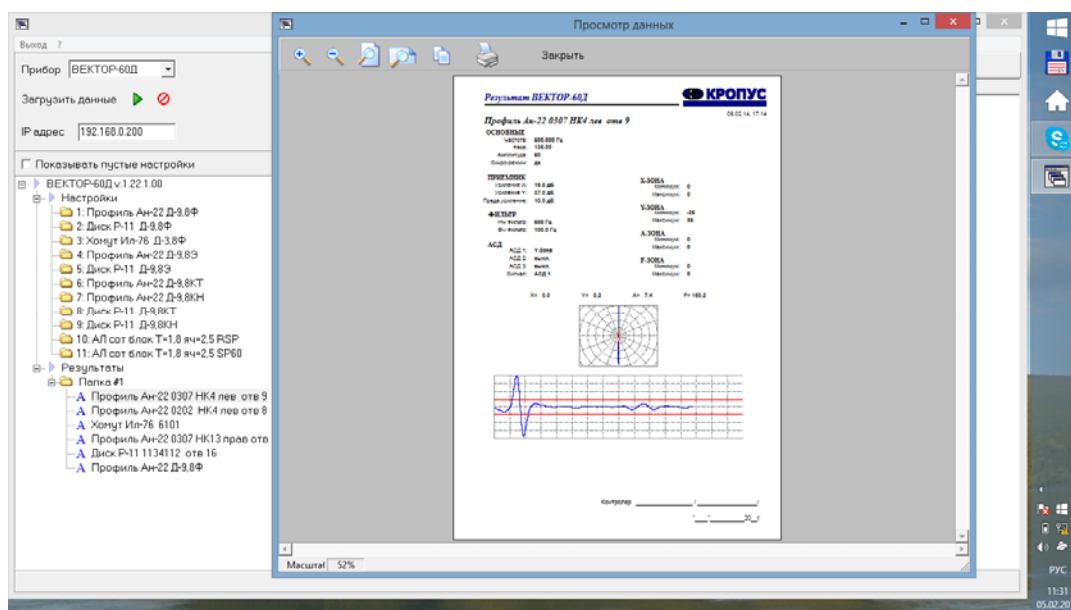


Рисунок 42 – Вид рабочего окна программы «Test Logger» в режиме просмотра результата

место размещения и имя файла с результатом могут выбираться оператором произвольно;

сохранить результат в памяти ПК, для чего щелкнуть ЛКМ на команде «Сохранить» в правом нижнем углу вспомогательного окна «Сохранить файл» (рисунок 44).

15. 13 Распечатанный протокол вихретокового контроля прилагать к карте контроля.

Профиль Ан-22 0307 НК4 лев отъ 9

ОСНОВНЫЕ

Частота: 600.000 Гц
 Фаза: 138.00
 Амплитуда: 60
 Сигн-режим: да

ПРИЕМНИК

Усиление X: 19.0 дБ
 Усиление Y: 37.0 дБ
 Предел усиления: 10.0 дБ

ФИЛЬТР

НЧ фильтр: 600 Гц
 ВЧ фильтр: 100.0 Гц

АСД

АСД 1: Y-Зона
 АСД 2: выкл.
 АСД 3: выкл.
 Сигнал: АСД 1

X-ЗОНА

Минимум: 0
 Максимум: 0

Y-ЗОНА

Минимум: -26
 Максимум: 26

A-ЗОНА

Минимум: 0
 Максимум: 0

F-ЗОНА

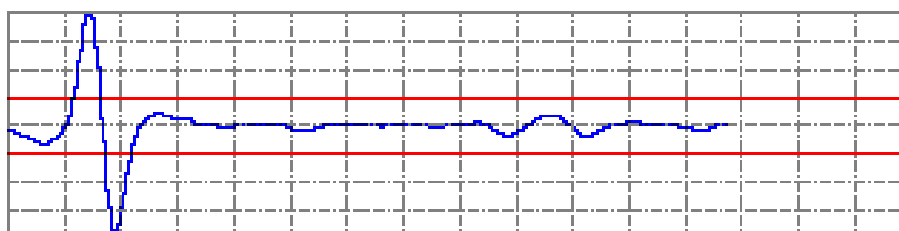
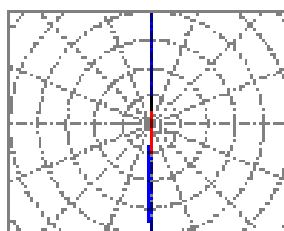
Минимум: 0
 Максимум: 0

X= 0.0

Y= 0.2

A= 7.4

F= 160.2



Контролер _____ / _____

_____ " _____ 20__ г.

Рисунок 43 – Вид рабочего окна программы «Test Logger» с дополнительным окном «Сохранить файл»

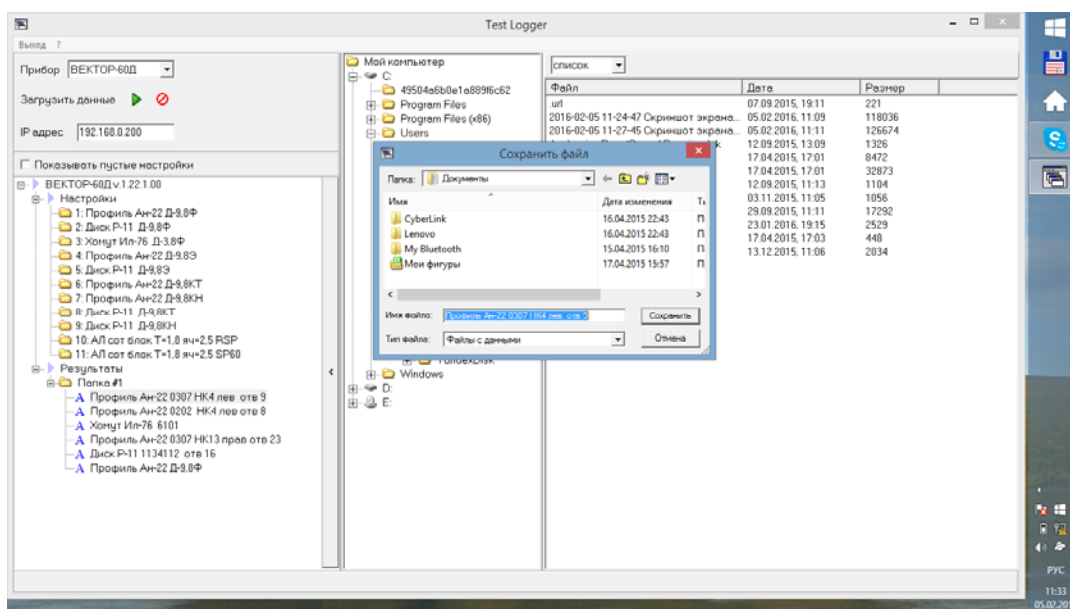


Рисунок 44 – Вид рабочего окна программы «Test Logger» с дополнительным окном «Сохранить файл»

16. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении вихретокового контроля деталей и узлов самолетов соблюдать:

- требования мер безопасности, предусмотренные ФАП ИАО;
- требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-85;
- требования безопасности, изложенные в инструкции по эксплуатации дефектоскопа Вектор-60Д.